

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274103

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/205
C04B 37/00
H01L 21/285
H01L 21/3065
// C04B 35/10
C04B 35/584
C04B 35/581
C04B 35/58

(21)Application number : 2000-160722

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 30.05.2000

(72)Inventor : HIRAGIDAIRA HIROSHI
NAKADA HIROHIKO

(30)Priority

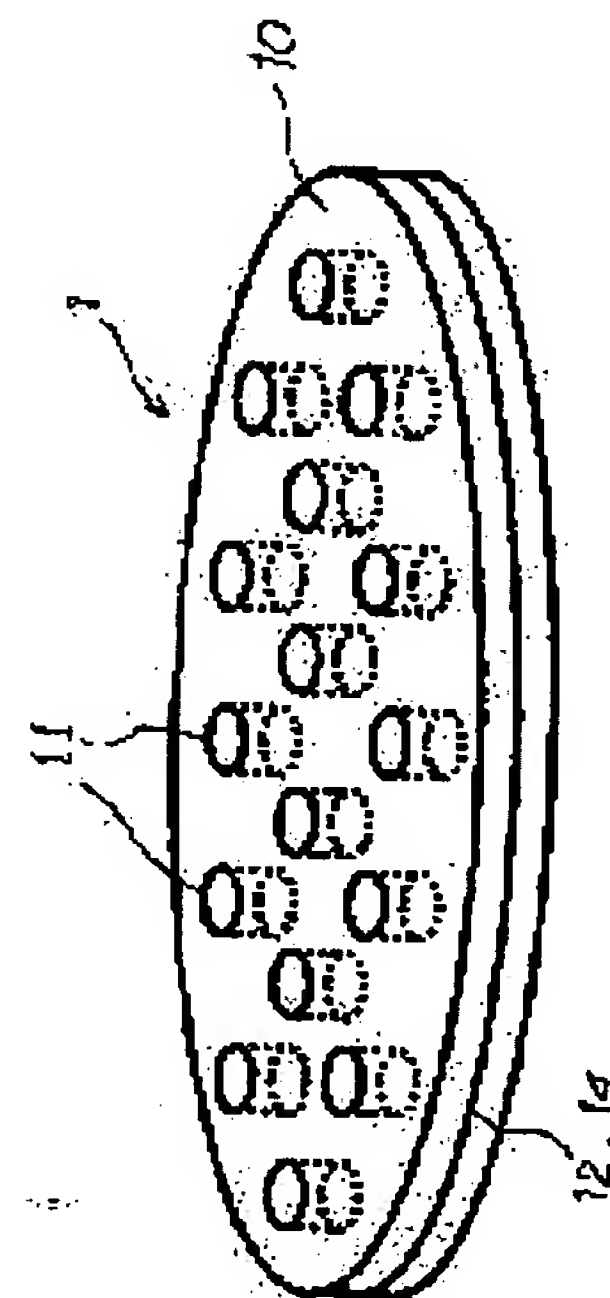
Priority number : 2000011862 Priority date : 20.01.2000 Priority country : JP

(54) GAS SHOWER MEMBER FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas shower member, capable of making reaction uniform inside a semiconductor manufacturing apparatus and having a function of preheating the reaction gas, while the gas passes through the body so as to suppress the generation of blockage of through-holes as well as generation of particles.

SOLUTION: This gas shower member 1 has a sintered aluminum-nitride base material member 10, having a thickness of 5 mm or smaller and having a plurality of through-holes 11, and has a conductive layer formed on the sintered aluminum-nitride base material member 10 as a heater circuit pattern 12 or an upper plasma electrode 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.07.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment equipped with the ceramic sintered compact base material which the thickness of a base material is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment 5mm or less, and has two or more through tubes, and the conductive layer formed in said ceramic sintered compact base material.

[Claim 2] Said conductive layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing the conductive layer which forms a heating circuit pattern according to claim 1.

[Claim 3] Said conductive layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing the conductive layer which forms the electrode for plasma generating according to claim 1 or 2.

[Claim 4] Said ceramic sintered compact base material is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment given in either from claim 1 to claim 3 which has said through tube with a diameter of 0.01mm or more two or more [0.1 //cm].

[Claim 5] Said ceramic sintered compact base material is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 4 which has said through tube with a diameter of 0.01mm or more two or more [0.5 //cm].

[Claim 6] Said ceramics is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment given in either containing one sort chosen from the group which consists of alumimium nitride, an aluminum oxide, silicon nitride, and acid alumimium nitride from claim 1 to claim 5.

[Claim 7] Said ceramics is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 6 which is alumimium nitride.

[Claim 8] Said ceramic sintered compact base material contains the 1st ceramic sintered compact and the 2nd ceramic sintered compact. Said conductive layer is formed on the front face of said 1st ceramic sintered compact. Further It intervenes between the front face of said 1st ceramic sintered compact in which said conductive layer was formed, and said 2nd ceramic sintered compact. The gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment given in either containing the glue line which joins said 1st ceramic sintered compact and said 2nd ceramic sintered compact from claim 1 to claim 7.

[Claim 9] Said glue line is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing glass according to claim 8.

[Claim 10] Said glue line is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 9 which is the glass layer which has a coefficient of thermal expansion not more than more than $3.0 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ $8.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$.

[Claim 11] Said glue line is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing non-oxide ceramics according to claim 8.

[Claim 12] Said glue line is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing the non-oxide ceramics which have a coefficient of thermal expansion not more than more than $3.0 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ $6.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ according to claim 11.

[Claim 13] Said non-oxide ceramics are gas shower objects for semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 11 or 12 which contain either alumimium nitride or silicon nitride more than 50 mass %.

[Claim 14] Said glue line is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing the compound which produces the oxide containing an ytterbium, neodum, and calcium, or the oxide which contains an ytterbium, neodum, and calcium with heating according to claim 8.

[Claim 15] Said glue line is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment

containing the compound which produces the oxide containing an yttrium and aluminum, or the oxide which contains an yttrium and aluminum with heating according to claim 8.

[Claim 16] Said conductive layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment given in either from claim 1 to claim 7 in which it is formed in one front face of said ceramic sintered compact base material, or both front faces, and the protective layer is formed so that the front face of said conductive layer may be covered.

[Claim 17] Said protective layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing glass according to claim 16.

[Claim 18] Said protective layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 17 which is the glass layer which has a coefficient of thermal expansion not more than $3.0 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ to $8.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$.

[Claim 19] Said protective layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing non-oxide ceramics according to claim 16.

[Claim 20] Said protective layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment containing the non-oxide ceramics which have a coefficient of thermal expansion not more than $3.0 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ to $6.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ according to claim 19.

[Claim 21] Said non-oxide ceramics are gas shower objects for semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 19 or 20 which contain either aluminum nitride or silicon nitride more than 50 mass %.

[Claim 22] Said conductive layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment given in either containing at least one sort chosen from the group which consists of a tungsten, molybdenum, silver, palladium, platinum, nickel, and chromium from claim 1 to claim 21.

[Claim 23] Said conductive layer is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment given in either from claim 1 to claim 22 which is formed along the flat surface in said ceramic sintered compact base material, is further formed along the same flat surface as the flat surface in said ceramic sintered compact base material so that it may connect with said conductive layer, and is equipped with the external connection terminal exposed from said ceramic sintered compact.

[Claim 24] The gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment given in either from claim 1 to claim 23 which is further equipped with the temperature detecting element built in said ceramic sintered compact base material.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the gas shower object for supplying reactant gas to a semi-conductor wafer at homogeneity in semiconductor fabrication machines and equipment, such as a CVD system, plasma-CVD equipment, an etching system, and a plasma etching system, about the gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In case the front face of a semi-conductor wafer is etched or the film is formed on the front face, many semi-conductor wafers were held on the rack, and the technique of heating the gas for etching or film formation at a heater from a periphery a sink and if needed by the batch type (hot wall type) has been used.

[0003] However, it has been a problem that originate in the temperature by the location in semiconductor fabrication machines and equipment or the ununiformity of the flow of gas, and etching and the membranous quality formed vary as the demand of high integration of a semiconductor device and improvement in the speed becomes severe in recent years. Then, two or more etching systems and film formation equipment are put in order, and the type of semiconductor fabrication machines and equipment is switching between those equipments to single wafer processing which processes one semi-conductor wafer at a time with power feed using a loader.

[0004] In the semiconductor fabrication machines and equipment of single wafer processing, a semi-conductor wafer is fixed on a supporter by carrying out a chuck according to electrostatic force etc. by carrying a semi-conductor wafer on the front face of the supporter made from the metallurgy group made from the ceramics, and putting it, fixing mechanically, or adding an electrical potential difference to the electrode built in the supporter. In order that the held semi-conductor wafer may adjust film formation rates and etch rates, such as CVD (Chemical Vapor Deposition), plasma CVD, etching, and plasma etching, the temperature of the front face is controlled strictly. For the temperature control, a heater is built in a wafer supporter, the maximum front face of a wafer supporter is heated, and a semi-conductor wafer is heated with heat transfer. In order to reduce the manufacturing cost of a semiconductor device, to enlarge the diameter of a semi-conductor wafer and to increase the number of the semiconductor chip with which per semi-conductor wafer is manufactured is tried. When the diameter of a semi-conductor wafer is enlarged, in order to suppress dispersion in the reaction environment of etching in semiconductor fabrication machines and equipment, or film formation, the soak nature required of the maximum front face of a wafer supporter becomes still severer.

[0005] Moreover, from the pipe attached in the chamber of semiconductor fabrication machines and equipment, between the part where gas is blown directly, and the part blown into an indirect target, the flow of gas becomes an ununiformity and the concentration of reactant gas will differ only in sending in reactant gas in the front face of a semi-conductor wafer. Therefore, it becomes difficult to control film formation and etching to homogeneity in the front face of a semi-conductor wafer. Then, in order to make the entrainment of gas into homogeneity on the front face of a semi-conductor wafer and to make concentration of reactant gas regularity, the method of installing the gas shower object which formed many through tubes in the tabular base material is adopted as the location of the right above of a semi-conductor wafer. According to this approach, gas blows off in the shape of a shower, and the most uniform possible gas concentration is obtained on the front face of a semi-conductor wafer.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the temperature to which gas is made to react changes

with classes of reactant gas, it is about 400-800 degrees C in 200-500 degrees C and CVD by elevated-temperature etching at 100-400 degrees C and plasma CVD.

[0007] Usually, a heater is built in a wafer supporter and it is made predetermined temperature required in order to react by heating a wafer directly. If reactant gas is supplied to the reaction section from a gas shower object with a room temperature, since reactant gas will be rapidly heated on a wafer and wafer temperature will also be lowered in connection with it, it is difficult especially to make temperature of the gas within the wafer side of a large area into homogeneity, and a reaction rate also changes with locations and it becomes difficult to form the film of uniform thickness.

[0008] Then, after sending reactant gas into a chamber from piping besides semiconductor fabrication machines and equipment and heating at a heater, how to carry out preheating of the reactant gas can be considered by adopting the structure which a gas shower object is made to pass.

[0009] However, when preheating of the reactant gas is carried out before passing a gas shower object, before passing the through tube of a gas shower object, reactant gas starts a reaction, the through tube of a gas shower object is made to blockade, or there is a problem of generating a resultant vainly in the preheating section. Moreover, the problem of adhering on the front face of a semi-conductor wafer as a foreign matter also has the particle which a resultant exfoliates and is produced.

[0010] In order to solve the above-mentioned problem, it is possible to build a heater in a gas shower object. However, since the volume outer diameter of a heater coil is about 3-6mm when the gas shower object which contained the heater by putting a heater coil and heater wires between ceramic Plastic solids, and performing hotpress sintering is manufactured, when a heater coil is embedded to the interior of the base material of a gas shower object, thickness is set to 10mm or more, and it becomes easy to blockade a through tube. Moreover, it is necessary to form a through tube so that a heater coil may not be contacted. Therefore, there is a problem that the location which forms a through tube will be restrained by the laying-under-the-ground location of a heater coil. In this case, many fields where spacing of a through tube becomes 3-6mm or more will exist. Moreover, if the thickness of a gas shower object becomes thick in order to lay a heater coil underground, also when a through tube becomes long, the above-mentioned lock out will become easy to take place.

[0011] So, in order to secure the soak nature on the wafer with which a reaction occurs, passing gas is also performed, after it warms a gas shower object by the radiant heat from the wafer supporter of the heater internal organs under a wafer and a gas shower object gets warm at it to predetermined temperature.

[0012] In a membranous laminating, if the thickness which carried out [thickness] the laminating not only to the wafer of a product but to a gas shower object, a wafer supporter, and a chamber, and carried out the laminating to them becomes thick, exfoliation will be produced in thermal stress, and it becomes particle, adheres on the wafer of a product, and a defect is generated. Therefore, the front face of the components inside these chambers needs to clean frequently. The optimal temperature for a laminating differs from the optimal temperature for cleaning. Since the etching force is too strong when the gas of ClF_3 or NF_3 grade is generally used for cleaning and it uses at laminating temperature, temperature is lowered and it is necessary to make it not hurt one's front face of a gas shower object, a wafer supporter, and a chamber from laminating temperature beyond the need. Then, it is necessary to change temperature with laminating (elevated temperature) -> cleaning (low temperature) -> laminating (elevated temperature) --. Since the gas shower object which does not contain a heater was heated only with the radiant heat of a lower heater, most time amount was taken to reach predetermined temperature, and making a cleaning process intervene had become the factor which reduces the throughput of wafer processing.

[0013] Then, the purpose of this invention is offering the gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment which can make a reaction homogeneity into the chamber of semiconductor fabrication machines and equipment, such as a CVD system, plasma-CVD equipment, and an etching system, while canceling an above-mentioned trouble.

[0014] Moreover, another purpose of this invention is offering the gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment which can perform a cleaning process smoothly when the laminating of the unnecessary film which lock out of a through tube cannot take place easily in a thin gas shower object, and becomes lock out and the cause of particle happens on the bill-of-materials side in the chamber for semiconductor fabrication machines and equipment, and can raise the throughput of wafer processing.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The thickness of a base material is a gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment 5mm or less, and the gas shower object for semiconductor fabrication machines and equipment according to this invention is equipped with the ceramic sintered compact base

material which has two or more through tubes, and the conductive layer formed in that ceramic sintered compact base material.

[0016] In order to reduce cleaning frequency, a gas shower object from which lock out of a through tube does not take place for at least 24 hours or more was desired, but if the gas shower object in which the through tube of the usual diameter (0.01mm or more) was formed is used for a base material with a thickness of 5mm or less, time amount until lock out of a through tube takes place can be carried out in 24 hours or more. Therefore, when the gas shower object according to this invention is used, in a thin gas shower object, lock out of a through tube cannot take place easily, and there is also no need for the preheating of the reactant gas used as the cause which causes lock out of a through tube. Moreover, by building a heater in a gas shower object as a conductive layer, heating to the elevated temperature which performs the laminating of the film from the low temperature which cleans the cascade screen adhering to the chamber components leading to [of particle] generating to a wafer top can be performed smoothly, and the throughput of wafer processing can be raised. Although the sum total of the time amount of a temperature up and a temperature fall was wanted to be less than 1 hour, by building in a heater, a heating up time can be shortened and temperature fall time amount can be shortened by constituting a thin gas shower object.

[0017] Moreover, in the gas shower object of this invention, a conductive layer contains preferably the conductive layer which forms a heating circuit pattern also from a homogeneous viewpoint of a reaction. Since preheating is carried out by doing in this way while reactant gas passes the through tube of a gas shower object, a reaction can be made into homogeneity in the chamber for semiconductor fabrication machines and equipment. Therefore, lock out of a through tube and generating of particle can be controlled.

[0018] Preferably, in the gas shower object of this invention, a conductive layer contains the conductive layer which forms the electrode for plasma generating. Since the space between a plasma up electrode and a gas shower object can be lost by doing in this way, it becomes possible to equalize a reaction in the chamber for semiconductor fabrication machines and equipment by equalization of the plasma. Therefore, the lock out of a through tube and generating of particle by the unnecessary film formation generated in the above-mentioned space can be controlled.

[0019] Preferably, in the gas shower object of this invention, a ceramic sintered compact base material has a through tube with a diameter of 0.01mm or more two or more [0.1 //cm], and has a through tube with a diameter of 0.01mm or more two or more [0.5 //cm] still more preferably. Since reactant gas can be supplied to homogeneity within the chamber of semiconductor fabrication machines and equipment at a semi-conductor wafer by carrying out the magnitude and the consistency of a through tube beyond the above-mentioned value, it becomes possible to make more the temperature distribution on the front face of a semi-conductor wafer into homogeneity.

[0020] As for the ceramics used for the base material which constitutes the gas shower object of this invention, it is desirable that any one sort of alumimium nitride, an aluminum oxide, silicon nitride, or acid alumimium nitride is included, and it is most desirable to use alumimium nitride from thermal conductivity and a corrosion resistance viewpoint. While the base material of a gas shower object is equipped with thermal resistance by using the above ceramics, it is used for reactant gas, for example, can also have the corrosion resistance over the corrosive gas containing a halogen.

[0021] As for a ceramic sintered compact base material, in the gas shower object of this invention, it is desirable that a conductive layer is formed on the front face of the 1st ceramic sintered compact including the 1st ceramic sintered compact and the 2nd ceramic sintered compact. And as for the gas shower object of this invention, it is desirable that the glue line which intervenes between the front face of the 1st ceramic sintered compact in which the conductive layer was formed, and the 2nd ceramic sintered compact, and joins the 1st ceramic sintered compact and the 2nd ceramic sintered compact is included further.

[0022] Moreover, a conductive layer may be formed in one front face of a ceramic sintered compact base material, or both front faces, and the gas shower object of this invention may be constituted by forming a protective layer so that the front face of a conductive layer may be covered. In order to form a conductive layer in one front face of this ceramic sintered compact as a heating circuit pattern and to protect only one conductive layer from corrosion gas, such as a halogen, as a gestalt of concrete operation, using a ceramic sintered compact as a ceramic sintered compact base material, it is the structure of covering the front face of a conductive layer with a corrosion resistance high protective layer and the protective layer which consists of non-oxide ceramics preferably, and the gas shower object of heating circuit internal organs may be constituted. Moreover, only one ceramic sintered compact is used as a ceramic sintered compact base material. In order to form a conductive layer in one front face of this ceramic sintered compact as a heating

circuit pattern, to form a conductive layer as a plasma up electrode on the surface of another side and to protect a conductive layer from corrosion gas, such as a halogen. It is the structure of covering the front face of the conductive layer formed in both sides of a ceramic sintered compact with a corrosion resistance high protective layer and the protective layer which consists of non-oxide ceramics preferably, and the gas shower object having a heating circuit and a plasma up electrode may be constituted. In above any case, since it is not necessary to join a ceramic sintered compact, defect factors, such as junction spare time, can be reduced and improvement in the yield can be aimed at. Moreover, since a gas shower object is constituted from a sintered compact of one sheet, reduction of a manufacturing cost can be aimed at.

[0023] As for an above-mentioned glue line or an above-mentioned protective layer, it is desirable that glass is included. As for an above-mentioned glue line or an above-mentioned protective layer, with the gas shower object used by impressing the high voltage at an elevated temperature, it is still more desirable from the viewpoint of thermal resistance, corrosion resistance, and withstand voltage that non-oxide ceramics are included. In this case, as for thermal conductivity or an insulating viewpoint to non-oxide ceramics, it is desirable that either alumimium nitride or silicon nitride is included more than 50 mass %.

[0024] Moreover, when using either alumimium nitride, an aluminum oxide, silicon nitride or acid alumimium nitride as ceramics which constitutes a base material, as for the above-mentioned glue line, it is desirable that it is the glass layer which has a coefficient of thermal expansion not more than more than $3.0 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ to $8.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$. By using such a glass layer as the above-mentioned glue line, the coefficient of thermal expansion of a glue line can be made almost equivalent to a ceramic sintered compact, and thermal stress produced in case it is junction or heating of a gas shower object, and cooling can be made small.

[0025] As the above-mentioned protective layer, it is desirable to use corrosion resistance high glass as much as possible. Moreover, as for the viewpoint of thermal stress reduction to a protective layer, it is desirable that it is the glass layer which has a coefficient of thermal expansion not more than more than $3.0 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ to $8.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$. To make into less than 30 minutes time amount which carries out the temperature up of the gas shower object from a room temperature to 600 degrees C is made into the target, and this target can be attained when a coefficient of thermal expansion is within the limits of the above.

[0026] When using alumimium nitride as ceramics which constitutes a base material, as for the above-mentioned glue line, it is desirable also in glass that the compound which produces the oxide containing an ytterbium (Yb), neodium (Nd), and calcium (calcium) or the oxide which contains an ytterbium (Yb), neodium (Nd), and calcium (calcium) with heating is included from wettability and an adhesive viewpoint. When the ceramics which constitutes a base material is silicon nitride, as for the above-mentioned glue line, it is desirable also in glass that the compound which produces the oxide containing an yttrium (Y) and aluminum (aluminum) or the oxide which contains an yttrium (Y) and aluminum (aluminum) with heating is included from wettability and an adhesive viewpoint.

[0027] Moreover, when using non-oxide ceramics as an ingredient of a glue line or a protective layer, it is desirable from a viewpoint of thermal stress to use the non-oxide ceramics which have a coefficient of thermal expansion not more than more than $3.0 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ to $6.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$.

[0028] As for a conductive layer, in the gas shower object of this invention, it is desirable that at least one sort of a tungsten, molybdenum, silver, palladium, platinum, nickel, or chromium is included.

[0029] As for a conductive layer, in the gas shower object of this invention, it is desirable to be formed along the flat surface in a ceramic sintered compact base material. Furthermore, as for a gas shower object, it is desirable to have the external connection terminal which it was formed along the same flat surface as the flat surface in a ceramic sintered compact base material so that it might connect with a conductive layer, and has been exposed from the ceramic sintered compact. By doing in this way, only the field of the ceramic sintered compact base material which contains the conductive layer is exposed to reactant gas, and can arrange an external connection terminal besides the chamber of semiconductor fabrication machines and equipment. Moreover, while being able to heat a gas shower object to homogeneity by forming the external connection terminal linked to the conductive layer built in the ceramic sintered compact base material, and its conductive layer along the same flat surface, it becomes possible to be also able to lessen time amount which heating and cooling take, namely, to raise a heating rate and a cooling rate.

[0030] As for the gas shower object of this invention, it is desirable to have further the temperature detecting element built in the ceramic sintered compact base material. By doing in this way, the temperature distribution of a gas shower object can be measured and whenever [stoving temperature / of a gas shower object] can be controlled.

[0031]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 and drawing 2 are drawings showing notionally the gestalt of operation of the semiconductor fabrication machines and equipment with which the gas shower object of this invention is applied.

[0032] As shown in drawing 1, to the chamber 101 of a CVD system or an etching system, the semi-conductor wafer 3 as a processing object with which film formation or etching is made is arranged. The semi-conductor wafer 3 is being fixed on the wafer supporter 2. The wafer supporter 2 is attached in the base material 4. The wafer supporter 2 is equipped with the electrode 23 for electrostatic chucks for fixing the semi-conductor wafer 3 according to electrostatic force, and the heating circuit 21 for heating the semi-conductor wafer 3. The gas shower object 1 is established above the semi-conductor wafer 3. The gas shower object 1 has two or more through tubes 11 for passing reactant gas, and contains the heating circuit pattern for heating reactant gas. The heating circuit pattern is built in the gas shower object 1 with the gestalt of a conductive layer. The reactant gas for film formation or the gas for etching is introduced into the interior of a chamber 101 from a gas inlet 200. The introduced gas passes two or more through tubes 11, and is supplied on the front face of the semi-conductor wafer 3. Predetermined film formation or predetermined etching is performed on the front face of the semi-conductor wafer 3. In order to exhaust the gas inside a chamber 101, the exhaust port 300 is established.

[0033] As shown in drawing 2, inside the chamber 102 used for plasma-CVD equipment or a plasma etching system, the semi-conductor wafer 3 as a processing object of film formation or etching is arranged. The semi-conductor wafer 3 is fixed on the wafer supporter 2. The wafer supporter 2 is attached on the base material 4. The wafer supporter 2 is equipped with the heating circuit 21 for heating the semi-conductor wafer 3, the plasma lower electrode 22 for generating the plasma in a chamber 102, and the electrode 23 for electrostatic chucks made to generate the electrostatic force for fixing the semi-conductor wafer 3. The gas shower object 1 is established above the semi-conductor wafer 3. The gas shower object 1 has two or more through tubes 11 for passing reactant gas, and it contains the plasma up electrode and the heating circuit pattern for heating reactant gas so that the plasma lower electrode 22 may be countered. The heating circuit pattern and the plasma up electrode are built in the gas shower object 1 with the gestalt of a conductive layer. The object for film formation introduced into the interior of a chamber 102 from the gas inlet 200 or the gas for etching passes the through tube 11 of the gas shower object 1, and is supplied on the front face of the semi-conductor wafer 3. Plasma discharge occurs between the plasma up electrode built in the gas shower object 1, and the plasma lower electrode 22 built in the wafer supporter 2. Thus, film formation or etching predetermined in the front-face top of the semi-conductor wafer 3 is performed by the formed gas plasma. The exhaust port 300 for discharging the gas inside a chamber 102 is established.

[0034] Drawing 3 is the perspective view showing the gestalt of one operation of the gas shower object of this invention. As shown in drawing 3, in the gas shower object 1, the conductive layer which forms the heating circuit pattern 12 and the plasma up electrode 14 is built in the ceramic sintered compact base material 10.

[0035] Drawing 4 - drawing 6 are drawings showing cross-section structure notionally as a gestalt of operation of the gas shower object of this invention.

[0036] As shown in drawing 4, the gas shower object 1 has the structure where the ceramic sintered compact base materials 10a and 10b of two sheets were joined. On one front face of ceramic sintered compact base material 10a, the heating circuit pattern 12 is formed as a conductive layer. The ceramic sintered compact base materials 10a and 10b are joined by making a glass layer or a non-oxide ceramics layer intervene between one front faces of ceramic sintered compact base material 10a and the front faces of ceramic sintered compact base material 10b in which the heating circuit pattern 12 was formed. Two or more through tubes 11 are formed so that ceramic sintered compact base material 10a, a glass layer or the non-oxide ceramics layer 13, and ceramic sintered compact base material 10b may be penetrated. The heating circuit pattern 12 is formed so that a through tube 11 may not be contacted.

[0037] As shown in drawing 5, the heating circuit pattern 12 may be formed in the interior of the unified ceramic sintered compact base material 10 as a conductive layer by sintering on both sides of a conductor paste between the ceramic Plastic solids of two sheets. In this case, the glass layer or non-oxide ceramics layer as a glue line is not contained in the gas shower object 1.

[0038] Moreover, as shown in drawing 6, the gas shower object 1 contains the heating circuit pattern 12 and the plasma up electrode 14 with the gestalt of a conductive layer. The heating circuit pattern 12 is formed as a conductive layer on one front face of ceramic sintered compact 10a. The ceramic sintered compacts 10a and 10b are joined by making glass layer or non-oxide ceramics layer 13a intervene between one front face of ceramic sintered compact 10a in which the heating circuit pattern 12 was formed, and ceramic sintered

compact 10b. Moreover, the plasma up electrode 14 is formed as a conductive layer on one front face of ceramic sintered compact base material 10c. The ceramic sintered compacts 10a and 10c are joined by making glass layer or non-oxide ceramics layer 13b intervene between one front faces of ceramic sintered compact base material 10c and the front faces of another side of ceramic sintered compact base material 10a in which the plasma up electrode 14 was formed. Thus, the gas shower object 1 equipped with the heater function and the plasma electrode is constituted.

[0039] In addition, you may make it the gas shower object 1 contain only one conductive layer which serves both as a heating circuit pattern and a plasma up electrode. Moreover, a gas shower object may be constituted so that only a plasma up electrode may be built in.

[0040] Drawing 7 is the top view showing one front face of ceramic sintered compact base material 10a in which the heating circuit pattern was formed. As shown in drawing 7, two or more detailed through tubes 11 are formed in one front face of ceramic sintered compact base material 10a. The heating circuit pattern 12 is formed according to the pattern fixed in the shape of zigzag as a conductive layer so that the location of a through tube 11 may not be contacted. The connection terminals 12a and 12b of the circle configuration for connecting outside are formed in the both ends of the heating circuit pattern 12. Moreover, on one front face of ceramic sintered compact base material 10a, the slot 15 for inserting a temperature sensor as a temperature detecting element is formed.

[0041] Drawing 8 is the top view showing one front face of a ceramic sintered compact base material in which the plasma up electrode was formed. As shown in drawing 8, it is formed on one front face of ceramic sintered compact base material 10c so that the through tube and location of ceramic sintered compact base material 10a which two or more detailed through tubes 11 show to drawing 7 may be in agreement. Moreover, two through tubes 17a and 17b are formed so that it may be in agreement with the location of the connection terminals 12a and 12b of the heating circuit pattern shown in drawing 7. The plasma up electrode 14 is mostly formed as a conductive layer over the whole surface on one front face of ceramic sintered compact base material 10c so that opening of a through tube 11 may not be plugged up.

[0042] Moreover, as shown in drawing 7, the heating circuit pattern 12 is formed as a conductive layer on one front face of ceramic sintered compact 10a. By covering with non-oxide ceramics layer 13a one front-face top of ceramic sintered compact 10a in which the heating circuit pattern 12 was formed, the protective layer which protects a heating circuit pattern from corrosion gas, such as a halogen, is formed. Thus, using ceramic sintered compact of one sheet 10a, you may constitute so that the gas shower object 1 may contain the heating circuit pattern 12 with the gestalt of a conductive layer.

[0043] Furthermore, as shown in drawing 7, the heating circuit pattern 12 may be formed as a conductive layer on one front face of ceramic sintered compact 10a, and as shown as a conductive layer on the front face of another side at drawing 8, the plasma up electrode 14 may be formed. In this case, the protective layer which protects the heating circuit pattern and plasma up electrode as a conductive layer from corrosive gas, such as a halogen, is formed by covering these conductive layer top with a non-oxide ceramics layer. Thus, using ceramic sintered compact of one sheet 10a, you may constitute so that a gas shower object may contain the heating circuit pattern 12 and the plasma up electrode 14 with the gestalt of a conductive layer.

[0044] Drawing 9 is the top view in which the heating circuit pattern was formed, which will be ceramic sintered-compact base-material 10a Accepted and in which showing one flat surface of the gestalt of one operation. As shown in drawing 9, the connection terminals 12a and 12b are formed along the same flat surface on one front face of ceramic sintered compact base material 10a so that it may connect with the heating circuit pattern 12, they are prolonged to a side face, and can connect now with wiring on the outside of the chamber of semiconductor fabrication machines and equipment. Moreover, the slot 15 for inserting a temperature sensor can also extend to the side face of ceramic sintered compact base material 10a, and can insert a temperature sensor now from the outside of the chamber of semiconductor fabrication machines and equipment. The temperature of a gas shower object is controllable using the temperature-control module installed in the outside of semiconductor fabrication machines and equipment according to the temperature measured with the temperature sensor.

[0045] Drawing 10 is the top view in which the plasma up electrode was formed, which will be ceramic sintered-compact base-material 10c Accepted and in which showing one flat surface of the gestalt of one operation. As shown in drawing 10, connection terminal 14a is formed along the same flat surface on one front face of ceramic sintered compact base material 10c so that it may connect with the plasma up electrode 14, it is prolonged to a side face, and can connect now with wiring on the outside of the chamber of semiconductor fabrication machines and equipment.

[0046] The ceramic sintered compact which constitutes the base material of the gas shower object of this

invention can be manufactured by the conventional approach, adds the assistant for sintering as occasion demands to ceramic powder, adds a binder if needed further, and manufactures it by sintering the Plastic solid of that mixed powder. The alumimium nitride from a viewpoint equipped with the corrosion resistance over the corrosive gas containing thermal resistance and a halogen etc., an aluminum oxide, silicon nitride, and acid alumimium nitride of ceramics are desirable, and alumimium nitride is the most desirable from thermal conductivity and a corrosion resistance viewpoint.

[0047] As an approach of fabricating ceramic powder, the well-known sheet forming approaches, such as a doctor blade, extrusion, and a press, are used. After drying a Plastic solid, it pierces or cuts in the configuration where contraction at the time of sintering was taken into consideration. After forming a through tube at this time or joining a sintered compact, a through tube may be formed by machining.

[0048] It sinters, after carrying out the debinder of the Plastic solid. Although it is desirable to perform sintering by ordinary pressure, it is not restricted especially. As long as there is need, the front face of a sintered compact may be ground or cutting processing may be performed to a sintered compact. However, when a dimension and curvature have fallen within the predetermined range, you may use for the base material of a gas shower object in the condition [having sintered].

[0049] A conductive layer is formed on the front face of a ceramic sintered compact by carrying out printing spreading and baking the *-strike containing metals, such as refractory metal [, such as a tungsten and molybdenum,], such mixture or silver, and silver-palladium and nickel-chromium, or the conductive matter of an alloy on a ceramic sintered compact. It piles up by making adhesives, such as glass or non-oxide ceramics, intervene between the ceramic sintered compact with which the conductive layer was formed, and other ceramic sintered compacts, and a ceramic sintered compact is joined. Thus, the gas shower object which contained the conductive layer in the ceramic sintered compact base material can be manufactured.

[0050] In the above-mentioned manufacture approach, the approach of forming a conductive layer, i.e., the postmetallizing method, is adopted by applying and baking the *-strike containing the conductive matter on a ceramic sintered compact. In order to make the conductive layer equivalent to a heating circuit pattern or a plasma up electrode build in a ceramic sintered compact base material, after carrying out printing spreading of the paste containing refractory metals or such mixture, such as a tungsten and molybdenum, on the front face of a ceramic Plastic solid, piling up and carrying out thermocompression bonding of other ceramic Plastic solids and performing debinder processing to a Plastic solid, the KOFA year method for performing sintering of a ceramic Plastic solid and printing of a *-strike to coincidence may be adopted.

[0051] In order to form each conductive layer of a heating circuit pattern and a plasma up electrode, to manufacture the gas shower object which contains a two-layer conductive layer, since the conductive layer which serves as two functions, a heater and a plasma up electrode, is built in a ceramic sintered compact base material, or to make it a compact, one conductive layer which serves as the function of both a heater and a plasma up electrode may be formed.

[0052] In order to supply reactant gas on the front face of a semi-conductor wafer at homogeneity, it is desirable to form preferably the through tube which has the diameter of at least 0.01mm or more by the consistency of two or more [0.5 //cm] with the consistency of two or more [0.1 //cm].

[0053]

[Example] (Example 1) After adding 5 mass % and a binder to alumimium nitride powder and carrying out distributed mixing of the yttria (Y₂O₃) as sintering acid at it, it fabricated using the doctor blade method so that it might become the thickness of 1.0mm after sintering. While piercing so that the outer diameter after sintering might be set to 300mm after drying this Plastic solid, 500 through tubes were pierced and formed so that the diameter after sintering might be set to 0.5mm. This Plastic solid was degreased in the nitrogen gas air current with a temperature of 800 degrees C, and it sintered at the temperature of 1800 degrees C for 4 hours. The vertical side of the obtained sintered compact was ground using the diamond abrasive grain. Thus, the alumimium nitride sintered compact base material of two sheets was produced.

[0054] Printing spreading of what kneaded tungsten powder and a baking assistant with the ethyl cellulose binder on one front face of an alumimium nitride sintered compact base material of one sheet was carried out. the line whose line breadth of a printing pattern is 3.0mm -- a pattern -- carrying out -- this line -- as it indicated that a pattern does not contact opening of a through tube to drawing 7 R> 7, it formed in the shape of zigzag. The alumimium nitride sintered compact with which this printing pattern was formed was degreased in nitrogen gas with a temperature of 800 degrees C, and the conductive layer was formed by baking in nitrogen gas with a temperature of 1700 degrees C.

[0055] On the other hand, after carrying out printing spreading of the glass powder on one front face of an

alumimium nitride sintered compact base material of one more sheet, it degreased at the temperature of 500 degrees C. One front face of this alumimium nitride sintered compact base material and the front face of an alumimium nitride sintered compact base material in which the conductive layer was formed were piled up, and where it fixed with the fixture made from molybdenum and a weight is carried, it joined in nitrogen gas with a temperature of 650 degrees C. Thus, the gas shower object which consists of an alumimium nitride sintered compact base material having a heating circuit pattern as shown in drawing 4 was manufactured. The thickness of the acquired gas shower object was 2.0mm.

[0056] It included in the interior of the CVD system which shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer, it was ± 0.4 degrees C. Moreover, although processing which forms the titanium nitride (TiN) film on the front face of a silicon wafer 3 using predetermined reactant gas was performed for 100 hours, in the front face or through tube 11 of the gas shower object 1, film formation was not performed and adhesion of the film was not generated, either. Moreover, there was also no generating of particle with a particle size of 0.05 micrometers or more on the front face of a silicon wafer 3. After reaction termination, when supply of the power source to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 reached in 10 minutes from 600 degrees C to the room temperature. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 6 minutes from a room temperature to 600 degrees C. The crack etc. was not looked at by the gas shower object at the time of a temperature up and a temperature fall.

[0057] (Example 2) Two alumimium nitride sintered compact base materials were manufactured using the same manufacture approach as an example 1. The gas shower object of the same specification as an example 1 was manufactured except having made the number of a through tube into 100 pieces.

[0058] The acquired gas shower object 1 was built into the CVD system as shown in drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. The temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in this condition. The temperature distribution were ± 4.0 degrees C. Moreover, although processing which forms the titanium nitride (TiN) film on the front face of a silicon wafer 3 was performed for 100 hours, the film was not formed in the front face or through tube 11 of a base material of the gas shower object 1 at all, and the film did not adhere. Moreover, particle size did not generate particle 0.05 micrometers or more on the front face of a silicon wafer 3, either. After reaction termination, when supply of the power source to the heating circuit pattern 12 was suspended, the temperature of the gas shower object 1 reached the room temperature in 10 minutes from 600 degrees C. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 6 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0059] (Example 3) Three alumimium nitride sintered compact base materials with a diameter [of 300mm] and a thickness of 1mm which have same number of through tubes by the same manufacture approach as an example 1 were manufactured.

[0060] Printing spreading of what kneaded tungsten powder and a baking assistant with the binder on one front face of an alumimium nitride sintered compact base material of one sheet was carried out. Line breadth used the printing pattern as the linear pattern 0.5mm and whose line spacing are 0.5mm, and as it indicated to drawing 7 that this linear pattern does not contact opening of a through tube, it formed it in the shape of zigzag.

[0061] Moreover, printing spreading of what kneaded tungsten powder and a baking assistant with the binder also on one front face of an alumimium nitride sintered compact base material of one more sheet was carried out. The printing pattern was used as the almost circular pattern, and it was formed so that a plasma up electrode might be constituted, as it indicated drawing 8 that opening of a through tube is not plugged up.

[0062] By baking the printing pattern formed on above one front face of the alumimium nitride sintered

compact base material of two sheets like an example 1, the conductive layer which forms a heating circuit pattern and a plasma up electrode was formed on the alumimium nitride sintered compact base material, respectively.

[0063] The above-mentioned alumimium nitride sintered compact base material of two sheets and the alumimium nitride sintered compact base material of one more sheet were joined by making a glass layer intervene like an example 1. Thus, the gas shower object 1 which contains the heating circuit pattern 12 and the plasma up electrode 14 as shown in drawing 6 was manufactured. The thickness of the acquired gas shower object was 3.0mm.

[0064] This gas shower object 1 was built into the plasma-CVD equipment for silicon oxide (SiO₂ film) formation as shown in drawing 2. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 300 degrees C. Reactant gas was supplied on the front face of a silicon wafer 3 by making a through tube 11 pass reactant gas, where it impressed 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in the condition, it was ± 0.5 degrees C. Where it impressed 200V also to the plasma up electrode 14 of the gas shower object 1 and the gas plasma is formed in the interior of a chamber 102, when processing which forms silicon oxide on the front face of a silicon wafer 3 was performed for 50 hours, lock out was looked at by the through tube and cleaning was required. Moreover, particle with a particle size of 0.05 micrometers or more was not generated on the front face of a silicon wafer 3. After reaction termination, when the power source supplied to the heating circuit pattern 12 and the plasma up electrode 14 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 reached the room temperature in 13 minutes from 600 degrees C. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 10 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0065] (Example 4) After adding 1 mass % and a binder for 3 mass % and a calcium oxide (CaO) to alumimium nitride powder and carrying out distributed mixing of the yttria (Y₂O₃) as a baking assistant at it, doctor blade shaping of the mixed powder was carried out so that the thickness after sintering might be set to 1.0mm. 500 through tubes from which it pierces so that an outer diameter may be set to 300mm after sintering, after drying this Plastic solid, and a diameter is set to 0.5mm after sintering were pierced and formed. Printing spreading of what kneaded tungsten powder and a baking assistant with the ethyl cellulose binder on one front face of this Plastic solid was carried out. the line whose line breadth of a printing pattern is 2.0mm -- a pattern -- carrying out -- this line -- as it indicated to drawing 7 that a pattern does not contact opening of a through tube, it formed in the shape of zigzag. Thus, thermocompression bonding of the alumimium nitride Plastic solid of one more sheet was piled up and carried out on the alumimium nitride Plastic solid in which the printing pattern was formed. A printing pattern and alumimium nitride were sintered to coincidence by degreasing the alumimium nitride Plastic solid of two sheets which carried out thermocompression bonding in a nitrogen gas air current with a temperature of 800 degrees C, and sintering at the temperature of 1800 degrees C for 4 hours. Thus, the gas shower object 1 which consists of an alumimium nitride sintered compact base material 10 which contained the heating circuit pattern 12 as shown in drawing 5, and was unified was manufactured. The thickness of the acquired gas shower object was 2.0mm.

[0066] It included in the CVD system as shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution on the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in this condition, it was ± 0.5 degrees C. Moreover, when processing which forms the titanium nitride film (TiN film) on the front face of a silicon wafer 3 was performed for 100 hours, the film was not formed in the front face or through tube of a base material of the gas shower object 1 at all, and the film did not adhere. There was also no generating of particle with a particle size of 0.05 micrometers or more on the front face of a silicon wafer 3. After reaction termination, when the current supply to the heating circuit pattern 12 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 reached the room temperature in 10 minutes from 600 degrees C. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 6 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0067] (Examples 5-17) In the examples 5-17, by the same approach as an example 1, the through tube was formed and produced the ground alumimium nitride sintered compact.

[0068] Printing spreading of what kneaded tungsten powder and a baking assistant with the ethyl cellulose system binder on one front face of an alumimium nitride sintered compact of one sheet was carried out. The heating circuit pattern was formed as a conductive layer by degreasing this at 900 degrees C among nitrogen gas, and being burned in nitrogen gas with a temperature of 1700 degrees C.

[0069] Printing spreading of what kneaded the mixed powder of the non-oxide ceramics and oxide ceramics which were blended so that it might, on the other hand, have the presentation of the glue line indicated in the following table 2 on one front face of an alumimium nitride sintered compact of one more sheet, or oxide-ceramics powder with the ethyl cellulose system binder was carried out. After degreasing this at 900 degrees C in nitrogen gas, it piled up on one front face of an alumimium nitride sintered compact in which the heating circuit pattern was formed, fixed with the fixture made from carbon, and joined by heating in nitrogen gas with the virtual junction temperature shown in Table 2 where a load is hung.

[0070] Thus, the gas shower object which consists of an alumimium nitride sintered compact base material having a heating circuit pattern as shown in drawing 4 was manufactured. The thickness of the acquired gas shower object was 2.0mm.

[0071] It included in the interior of the CVD system which shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 750 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed the electrical potential difference of 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer, it was ± 0.5 degrees C. Moreover, although processing which forms the titanium nitride (TiN) film on the front face of a silicon wafer 3 using predetermined reactant gas was performed for 100 hours, in the front face or through tube 11 of the gas shower object 1, film formation was not performed and adhesion of the film was not generated, either. There was also no generating of particle with a particle size of 0.05 micrometers or more on the front face of a silicon wafer 3. After reaction termination, when supply of the power source to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 reached in 10 minutes from 600 degrees C to the room temperature. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 6 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0072] In the examples 1-4, even if it carried out continuous duty of the gas shower object at the temperature of 700 degrees C among the fluorine ambient atmosphere for 1000 hours, it was satisfactory, but when continuous duty was carried out at the temperature of 750 degrees C for 1000 hours and continuous duty was carried out at one piece and the temperature of 800 degrees C among ten pieces for 1000 hours, degradation of three pieces and a heater was seen among ten pieces. Since the protective effect of a heater fell according to the heat deterioration of a glass layer, it thinks.

[0073] In the examples 5 and 11, even if it carried out continuous duty of the gas shower object at the temperature of 750 degrees C with the temperature of 700 degrees C among the fluorine ambient atmosphere for 1000 hours for 1000 hours, it was satisfactory, but when continuous duty was carried out at the temperature of 800 degrees C for 1000 hours, degradation of one piece and a heater was seen among ten pieces.

[0074] Even if it carried out continuous duty of the gas shower object among the fluorine ambient atmosphere for 1000 hours at which [700 degrees C, 750 degrees C, and 800 degrees C] temperature, it was satisfactory at examples 6-10, and 12-17.

[0075] (Example 18) 2 mass % addition of 5 mass % and aluminum $2O_3$ was done for Y_2O_3 as sintering acid at nitriding cay prime powder, polyvinyl alcohol was added as a binder and distributed mixing was carried out with the ball mill by using ethanol as a solvent. After carrying out spray dry desiccation of this mixed powder, press forming was carried out so that it might become the diameter of 380mm, and a configuration with a thickness of 1mm. After degreasing this Plastic solid in nitrogen gas with a temperature of 800 degrees C, it sintered at the temperature of 1550 degrees C for 4 hours. The vertical side of the obtained silicon nitride sintered compact was ground with the diamond abrasive grain.

[0076] The tungsten heating circuit pattern was formed in the silicon nitride sintered compact of one sheet by the same approach as an example 1, the SiO_2 -aluminum $2O_3$ system oxide-ceramics layer whose coefficient of thermal expansion is $5.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ was formed and laid on top of the silicon nitride

sintered compact of one more sheet, and heating junction was carried out at the temperature of 1100 degrees C among nitrogen gas.

[0077] It included in the interior of the CVD system which shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 750 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed the electrical potential difference of 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer, it was ± 2.0 degrees C. Moreover, although processing which forms the titanium nitride (TiN) film on the front face of a silicon wafer 3 using predetermined reactant gas was performed for 100 hours, in the front face or through tube 11 of the gas shower object 1, film formation was not performed and adhesion of the film was not generated, either. There was also no generating of particle with a particle size of 0.05 micrometers or more on the front face of a silicon wafer 3. After reaction termination, when supply of the power source to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 reached in 20 minutes from 600 degrees C to the room temperature. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 15 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0078] (Example 19) 2 mass % addition of MgO was done as sintering aid at acid alumimium nitride (AlON) powder, the binder was added and distributed mixing was carried out. After carrying out spray dry desiccation of this mixed powder, press forming was carried out so that it might become the diameter of 380mm, and a configuration with a thickness of 1mm. After degreasing this Plastic solid in a nitrogen air current with a temperature of 800 degrees C, it sintered at the temperature of 1770 degrees C for 4 hours. The vertical side of the obtained acid alumimium nitride sintered compact was ground with the diamond abrasive grain.

[0079] The tungsten heating circuit pattern was formed in the acid alumimium nitride sintered compact of one sheet by the same approach as an example 1, the SiO₂-aluminum₂O₃ system oxide-ceramics layer whose coefficient of thermal expansion is 5.0×10^{-6} /degree C was formed and laid on top of the acid alumimium nitride sintered compact of one more sheet, and heating junction was carried out at the temperature of 1100 degrees C among nitrogen gas.

[0080] It included in the interior of the CVD system which shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 750 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed the electrical potential difference of 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer, it was ± 3.0 degrees C. Moreover, although processing which forms the titanium nitride (TiN) film on the front face of a silicon wafer 3 using predetermined reactant gas was performed for 100 hours, in the front face or through tube 11 of the gas shower object 1, film formation was not performed and adhesion of the film was not generated, either. There was also no generating of particle with a particle size of 0.05 micrometers or more on the front face of a silicon wafer 3. After reaction termination, when supply of the power source to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 reached in 20 minutes from 600 degrees C to the room temperature. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 15 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0081] (Example 20) One alumimium nitride sintered compact base material was manufactured using the same manufacture approach as an example 1. The through tube was formed in the alumimium nitride sintered compact base material like the example 1, and the conductive layer of a tungsten was formed. The paste which added the glass of the Yb-Nd-calcium-O system of 3 mass % was printed to alumimium nitride powder, and it was able to be burned on it at the temperature of 1650 degrees C so that the front face of this conductive layer might be covered.

[0082] It included in the interior of the CVD system which shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed the electrical potential difference of 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower

object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in this condition, it was ± 0.4 degrees C. Moreover, although processing which forms the titanium nitride (TiN) film on the front face of a silicon wafer 3 using predetermined reactant gas was performed for 150 hours, in the front face or through tube 11 of the gas shower object 1, film formation was not performed and adhesion of the film was not generated, either. There was also no generating of particle with a particle size of 0.05 micrometers or more on the front face of a silicon wafer 3. After reaction termination, when supply of the power source to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 reached in 7 minutes from 600 degrees C to the room temperature. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 5 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0083] (Example 21) Five alumimium nitride sintered compact base materials were manufactured by the same manufacture approach as an example 1. Formed the conductive layer of a tungsten by the same approach as an example 1 on the alumimium nitride sintered compact base material of one sheet, the glass layer was made to intervene between the sintered compacts of five sheets, and it joined by the same approach as an example 1. Thus, the gas shower object of the same specification as an example 1 was manufactured.

[0084] It included in the interior of the CVD system which shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed the electrical potential difference of 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in this condition, it was ± 0.6 degrees C. Moreover, when processing which forms the titanium nitride (TiN) film on the front face of a silicon wafer 3 using predetermined reactant gas was performed for 30 hours, lock out of a through tube was seen in the through tube 11 of the gas shower object 1. On the front face of a silicon wafer 3, particle occurred and cleaning of the gas shower object 1 is needed. Then, when supply of the power source to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 reached in 17 minutes from 600 degrees C to the room temperature. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 7 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0085] (Example 22) Two alumimium nitride sintered compact base materials were manufactured by the same manufacture approach as an example 1. The gas shower object of the same specification as an example 1 was manufactured except [all] having made the number of through tubes into 30 pieces.

[0086] It included in the CVD system as shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. It supplied on the front face of a silicon wafer 3 by making a through tube 11 pass reactant gas, where it impressed 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in this condition, it was ± 7.0 degrees C. Moreover, although processing which forms the titanium nitride film (TiN film) on the front face of a silicon wafer 3 was performed for 100 hours, lock out of a through tube etc. was not seen.

[0087] Then, when the power source supplied to the heating circuit pattern 12 was stopped, it took 10 minutes until the temperature of the gas shower object 1 became a room temperature from 600 degrees C. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 reached in 6 minutes from a room temperature to 600 degrees C.

[0088] (Example 23) Two alumimium nitride sintered compact base materials were produced by the same manufacture approach as an example 1. The gas shower object was produced by the completely same technique as an example 1 except having formed the conductive layer by applying a molybdenum (Mo) paste to the alumimium nitride sintered compact base material of one sheet.

[0089] When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer were measured by the same technique as an example 1, it was ± 0.4 degrees C. Moreover, the through tube was not blockaded although processing which forms the film like an example 1 was performed for 100 hours. The temperature fall time

amount to the room temperature after the heating up time from the room temperature of a gas shower object to 600 degrees C stopped supply of a power source for 6 minutes required 10 minutes.

[0090] (Example 24) Two alumimium nitride sintered compact base materials were produced by the same manufacture approach as an example 1. The gas shower object was produced by the completely same technique as an example 1 except having formed the conductive layer by applying a silver-palladium (Ag-Pd) paste to the alumimium nitride sintered compact base material of one sheet.

[0091] When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer were measured by the same technique as an example 1, it was ± 0.4 degrees C. Moreover, the through tube was not blockaded although processing which forms the film like an example 1 was performed for 100 hours. The temperature fall time amount to the room temperature after the heating up time from the room temperature of a gas shower object to 600 degrees C stopped supply of a power source for 6 minutes required 10 minutes.

[0092] (Example 25) Two alumimium nitride sintered compact base materials were produced by the same manufacture approach as an example 1. The gas shower object was produced by the completely same technique as an example 1 except having formed the conductive layer by applying a nickel-chromium (nickel-Cr) paste to the alumimium nitride sintered compact base material of one sheet.

[0093] When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer were measured by the same technique as an example 1, it was ± 0.4 degrees C. Moreover, the through tube was not blockaded although processing which forms the film like an example 1 was performed for 100 hours. The temperature fall time amount to the room temperature after the heating up time from the room temperature of a gas shower object to 600 degrees C stopped supply of a power source for 6 minutes required 10 minutes.

[0094] By the same manufacture approach as an example 1, one alumimium nitride sintered compact base material which formed one sheet and a tungsten conductive layer for the alumimium nitride sintered compact base material is produced. (Examples 26-30) The coefficient of thermal expansion joined the sintered compact of two sheets at the temperature of 700 degrees C in nitrogen gas, using respectively the glass which is $2.5 \times 10^{-6}/\text{degree C}$, $3 \times 10^{-6}/\text{degree C}$, $5 \times 10^{-6}/\text{degree C}$, $7.9 \times 10^{-6}/\text{degree C}$, and $10 \times 10^{-6}/\text{degree C}$. Although the targets of a programming rate were 30 minutes / less than 600 degrees C, it was divided in 35 minutes, respectively, was divided in 6 minutes, and was not divided in 6 or less minutes, but was divided in 8 minutes, and was divided in 80 minutes.

[0095] (Example 1 of a comparison) Two alumimium nitride sintered compact base materials which have a through tube by the same manufacture approach as an example 1 were manufactured. Printing spreading of the glass powder was carried out on one front face of an alumimium nitride sintered compact base material of one sheet. After degreasing one front face of this alumimium nitride sintered compact base material at the temperature of 500 degrees C, on it, the alumimium nitride sintered compact base material of one more sheet was piled up, it fixed with the fixture made from molybdenum, the weight was carried, and it joined in nitrogen gas with a temperature of 650 degrees C. Thus, the gas shower object 1 as shown in drawing 11 was manufactured. As shown in drawing 11, the alumimium nitride sintered compact base materials 10a and 10b are joined by the glass layer 13. Two or more through tubes 11 are formed in the gas shower object 1.

[0096] It included in the CVD system as shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the front face of the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. The through tube 11 of the gas shower object 1 was made to pass reactant gas, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in this condition, it was ± 15 degrees C. Moreover, when processing which forms the titanium nitride film on the front face of a silicon wafer 3 was performed for 100 hours, neither adhesion of the film nor lock out of a through tube was looked at by the front face and through tube 11 of a base material of the gas shower object 1.

[0097] The temperature up also of the gas shower object 1 was gradually carried out with the radiant heat from the lower wafer supporter 2, and 180 minutes was taken to amount to 600 degrees C. When the electric power supply to the wafer supporter 2 was stopped, the gas shower object 1 reached the room temperature in 15 minutes.

[0098] (Example 2 of a comparison) The alumimium nitride Plastic solid of two sheets was produced by carrying out press forming of the yttria (Y_2O_3) to alumimium nitride powder with metal mold as sintering acid, so that an outer diameter may be set to 300mm and thickness may be set to 5mm with the dimension after sintering in 5 mass % and a binder, after adding and carrying out distributed mixing. By the condition of having made it arranging spirally [10mm pitch], hotpress sintering of the molybdenum line with a diameter of 0.5mm was carried out at the temperature of 1850 degrees C so that the volume outer diameter

of a coil might be set to 5mm between the aluminium nitride Plastic solids of two sheets. It formed one through tube with a diameter of 0.5mm at a time in the aluminium nitride sintered compact base material with the micro diamond drill so that the field to which the heater coil has been arranged after sintering might not be contacted. Thus, 50 through tubes were formed in the aluminium nitride sintered compact base material. The gas shower object 1 which contained the heater coil line 16 in the aluminium nitride sintered compact base material 10 as shown in drawing 12 was acquired.

[0099] It included in the CVD system as shows this gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. It supplied on the front face of a silicon wafer 3 by making a through tube 11 pass reactant gas, where it impressed 200V to the heater coil line 16 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in this condition, it was ± 10 degrees C. Moreover, when processing which forms the titanium nitride film in the front face of a silicon wafer 3 was performed for 8 hours, the film adhered to the front face and through tube of a base material of the gas shower object 1, and lock out of a through tube was seen. Also on the front face of a silicon wafer 3, particle occurred and cleaning of the gas shower object 1 is needed. Then, when the power source supplied to the heater coil line 16 was stopped, it took 180 minutes until the temperature of the gas shower object 1 became a room temperature from 600 degrees C. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heater coil line 16 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 took 30 minutes until it became 600 degrees C from the room temperature.

[0100] (Example 3 of a comparison) Six aluminium nitride sintered compact base materials in which the through tube was formed by the same manufacture approach as an example 1 were manufactured. Formed the conductive layer of a tungsten by the same approach as an example 1 on the aluminium nitride sintered compact base material of one sheet, the glass layer was made to intervene between the sintered compacts of six sheets, and it joined by the same approach as an example 1.

[0101] It included in the interior of the CVD system which shows the acquired gas shower object 1 to drawing 1. The silicon wafer 3 with a diameter of 300mm was carried on the wafer supporter 2, and it heated in temperature of 700 degrees C. The through tube 11 was made to pass reactant gas, where it impressed the electrical potential difference of 200V to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 and the gas shower object 1 is heated at 600 degrees C on the other hand, and it supplied on the front face of a silicon wafer 3. When the temperature distribution in the front face of a silicon wafer 3 were measured with the radiation surface thermometer in this condition, it was ± 0.8 degrees C. Moreover, when processing which forms the titanium nitride (TiN) film on the front face of a silicon wafer 3 using predetermined reactant gas was performed for 14 hours, the film adhered to the front face and through tube of the gas shower object 1, and lock out of a through tube was seen. On the front face of a silicon wafer 3, particle occurred and cleaning of the gas shower object 1 is needed. Then, when supply of the power source to the heating circuit pattern 12 of the gas shower object 1 was stopped, the temperature of the gas shower object 1 took 30 minutes until it became a room temperature from 600 degrees C. Moreover, when the electrical potential difference of 200V was impressed to the heating circuit pattern 12 and the power source was supplied, the temperature of the gas shower object 1 took 15 minutes until it became 600 degrees C from the room temperature.

[0102] The structure of the gas shower object in the above examples 1-30 and examples 1-3 of a comparison and a result are shown in Table 1. In addition, in Table 1, "W POSUMETA" means that the conductive layer containing a tungsten is formed by the postmetallizing method, "W KOFA year" shows that the conductive layer containing a tungsten is formed by the KOFA year method, and it is shown that "Mo coil / HP" manufactures a sintered compact base material by hotpress sintering in the condition of having made the molybdenum coil line intervening.

[0103]

[Table 1]

		構 造					結 果
		導電層	貫通孔 密度 個/cm ²	装置	基材 厚み mm	接着層または 保護層 熱膨張係数 (×10 ⁻⁶ /°C)	ウェハ 温度 分布 ±°C
実 施 例	1	Wボス状	0.7	CVD	2	5	0.4
	2	Wボス状	0.14	CVD	2	5	4.0
	3	Wボス状	0.7	7' 5λ' 7 CVD	3	5	0.5
	4	Wコフイヤ-	0.7	CVD	2	5	0.5
	5~17	Wボス状	0.7	CVD	2	非酸化物3~6	0.5
	18	Wボス状	0.7	CVD	Si ₃ N ₄ :2	5	2.0
	19	Wボス状	0.7	CVD	AlON:2	5	3.0
	20	Wボス状	0.7	CVD	1	AlN:4.5	0.4
	21	Wボス状	0.7	CVD	5	5	0.6
	22	Wボス状	0.05	CVD	2	5	7.0
	23	Mo	0.7	CVD	2	5	0.4
	24	Ag-Pd	0.7	CVD	2	5	0.4
	25	Ni-Cr	0.7	CVD	2	5	0.4
	26	Wボス状	0.7	CVD	2	2.5	-
	27	Wボス状	0.7	CVD	2	3	-
	28	Wボス状	0.7	CVD	2	5	-
	29	Wボス状	0.7	CVD	2	7.9	-
	30	Wボス状	0.7	CVD	2	10	-
比 較 例	1	ヒーターなし	0.7	CVD	2	5	15.0
	2	Moコイル/HP	0.07	CVD	10	-	10.0
	3	Wボス状	0.7	CVD	6	5	0.8

[0104]
[Table 2]

実施例	接着層	接合温度
5	40%AlN+60% (Ga-Al-Si-O)	1600°C
6	50%AlN+50% (Ga-Al-Si-O)	1600°C
7	70%AlN+30% (Ga-Al-Si-O)	1600°C
8	90%AlN+10% (Y-Ca-O)	1650°C
9	90%AlN+10% (Yb-Nd-Ca-O)	1650°C
10	90%AlN+10% (Yb-Nd-Ca-O)	1650°C
11	97%AlN+3% (Yb-Nd-Ca-O)	1650°C
12	40%Si ₃ N ₄ +60% (Ga-Al-Si-O)	1600°C
13	50%Si ₃ N ₄ +50% (Ga-Al-Si-O)	1600°C
14	70%Si ₃ N ₄ +30% (Y-Al-Mg-O)	1600°C
15	90%Si ₃ N ₄ +10% (Y-Al-Mg-O)	1650°C
16	90%AlN+10% (Y-Al-Mg-O)	1650°C
17	Yb-Nd-Ca-O	1650°C

[0105] It should be considered that the gestalt and example of operation which were indicated above are shown by no points in instantiation, and are not restrictive. The range of this invention is not the gestalt or example of the above operation, is shown by the claim and includes all corrections and modification in a claim, equal semantics, and within the limits.

[0106]
[Effect of the Invention] According to this invention, when the outer diameter of the semi-conductor wafer as a processing object increases, the structure equipped with the heater function and the structure having the function of a heater and a plasma electrode can be offered as a gas shower object used for semiconductor fabrication machines and equipment, such as a CVD system to be heated more uniform, plasma-CVD

equipment, and an elevated-temperature etching system. By using the gas shower object which has such structure, homogeneity heating of reactant gas can be realized and it becomes possible to form the film on the front face of a semi-conductor wafer at homogeneity, or to perform uniform etching. Moreover, since unnecessary film formation stops arising on the front face of the base material of a gas shower object, the concentration of the gas in the chamber by lock out of a through tube and aging of a flow rate can be prevented. Furthermore, it becomes possible to also control generating of the particle which the film adhering to the front face of the base material of a gas shower object exfoliates and generates.

[Translation done.]

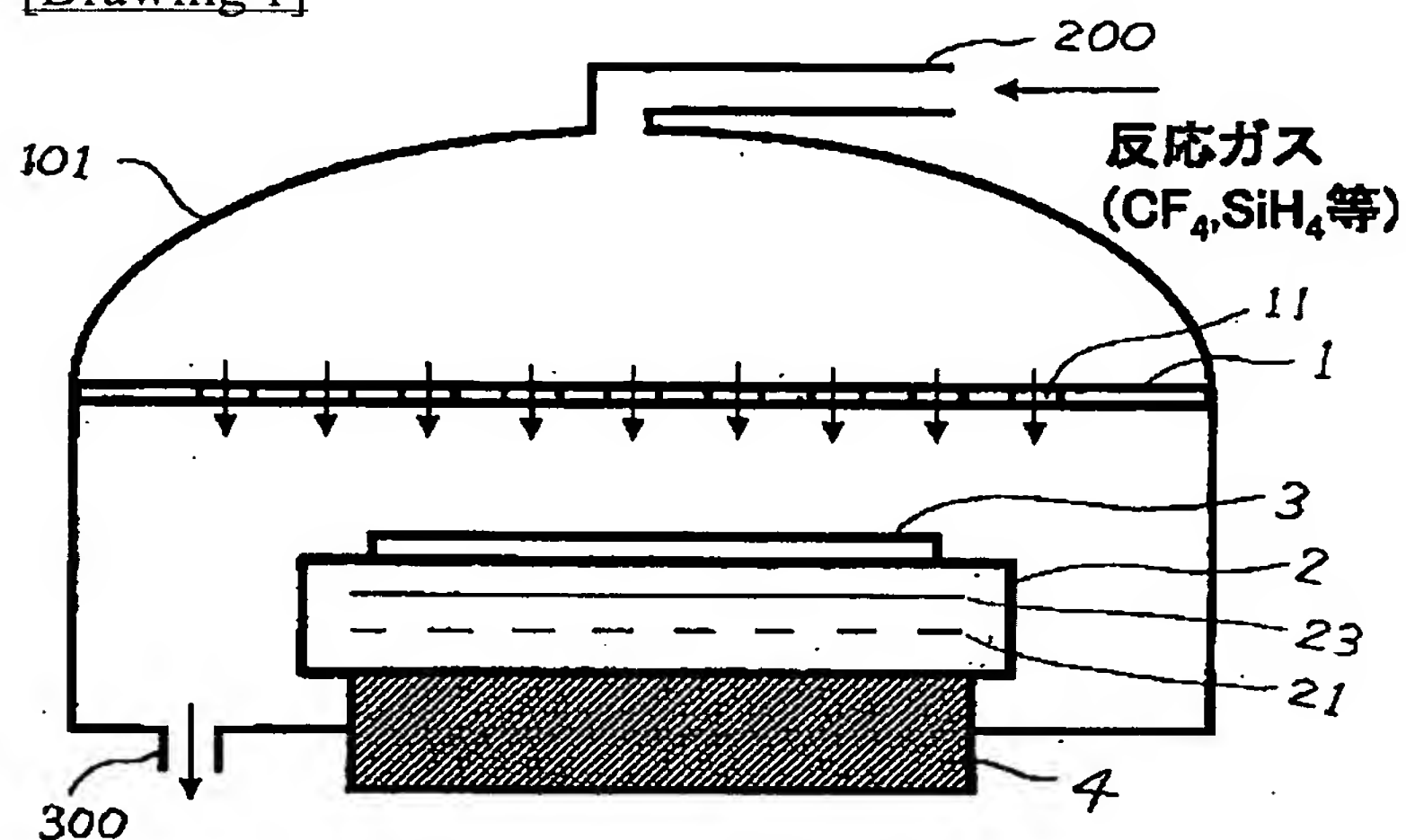
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

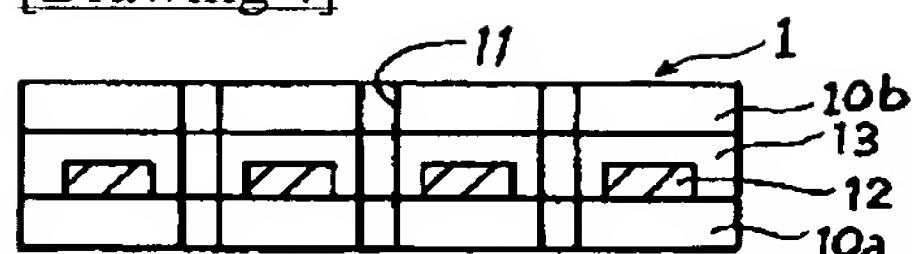
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

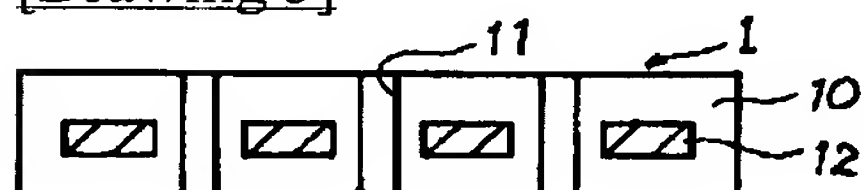
[Drawing 1]



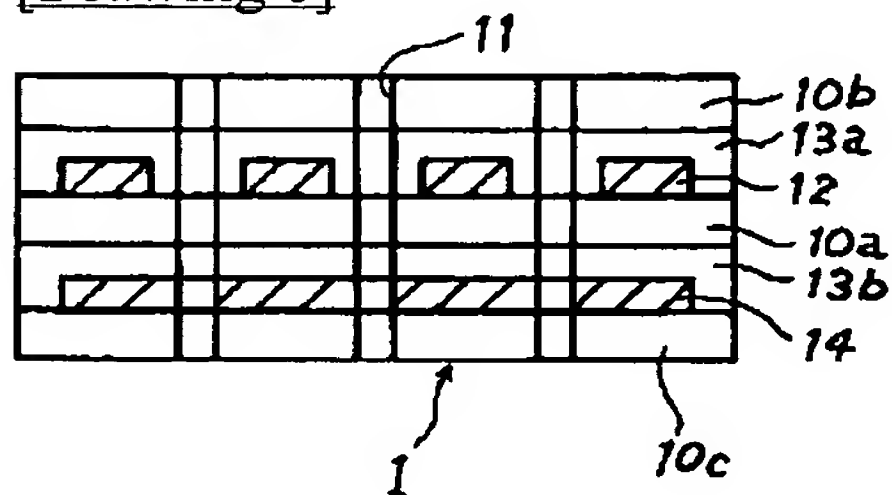
[Drawing 4]



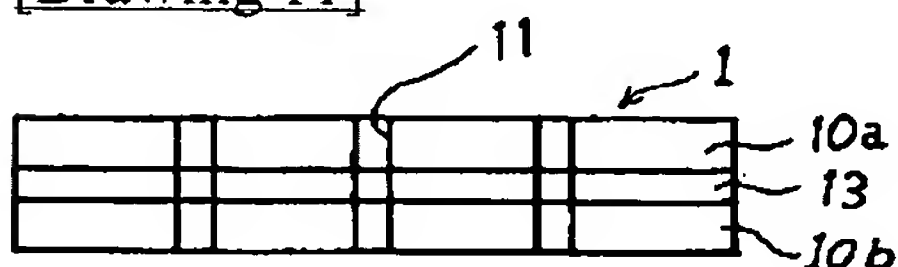
[Drawing 5]



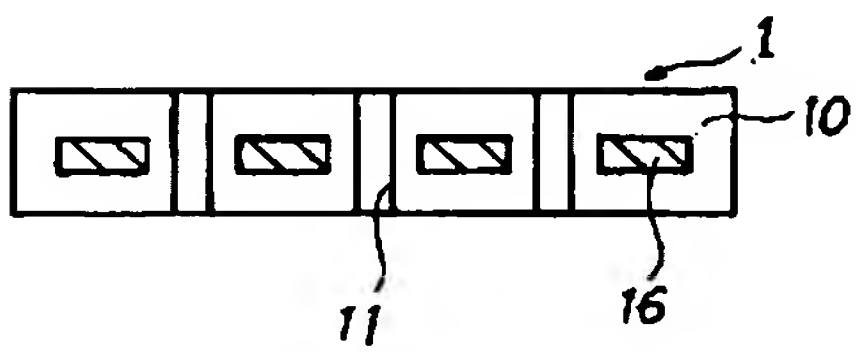
[Drawing 6]



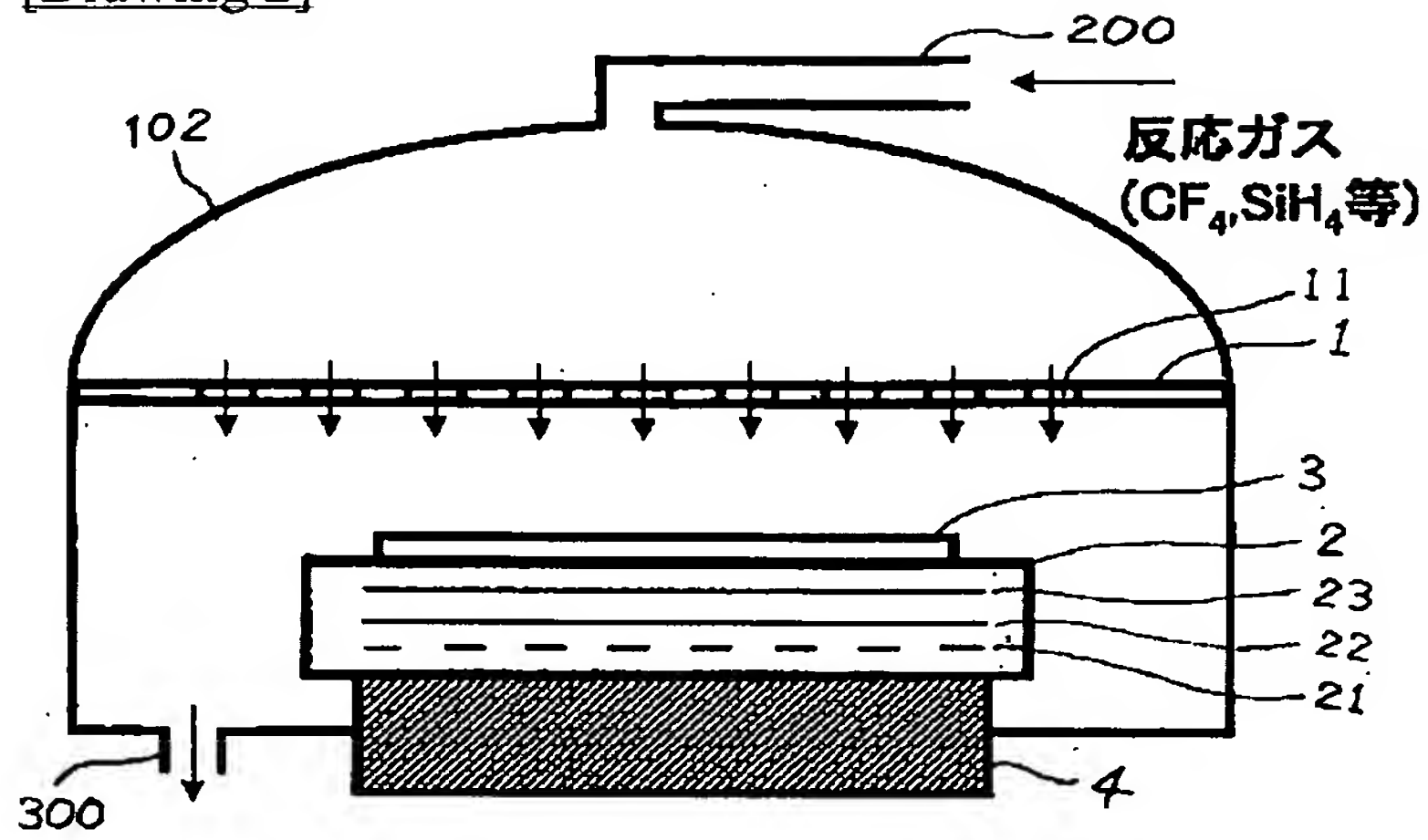
[Drawing 11]



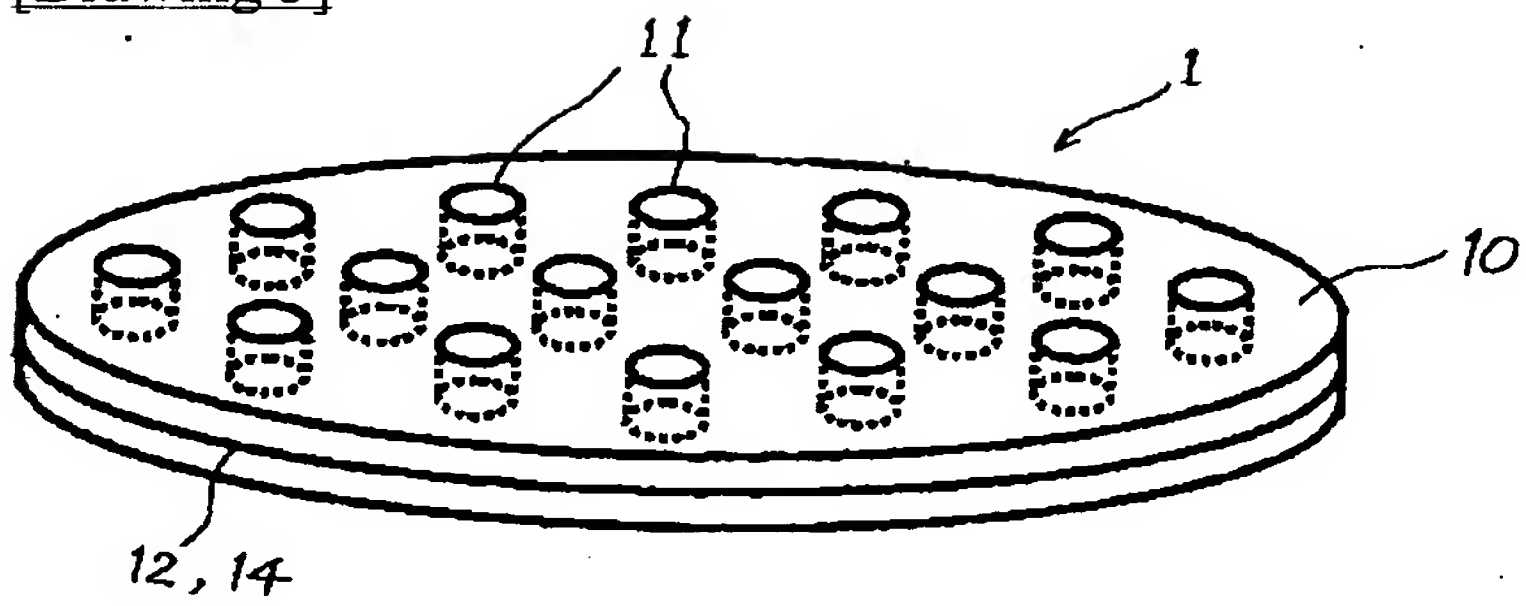
[Drawing 12]



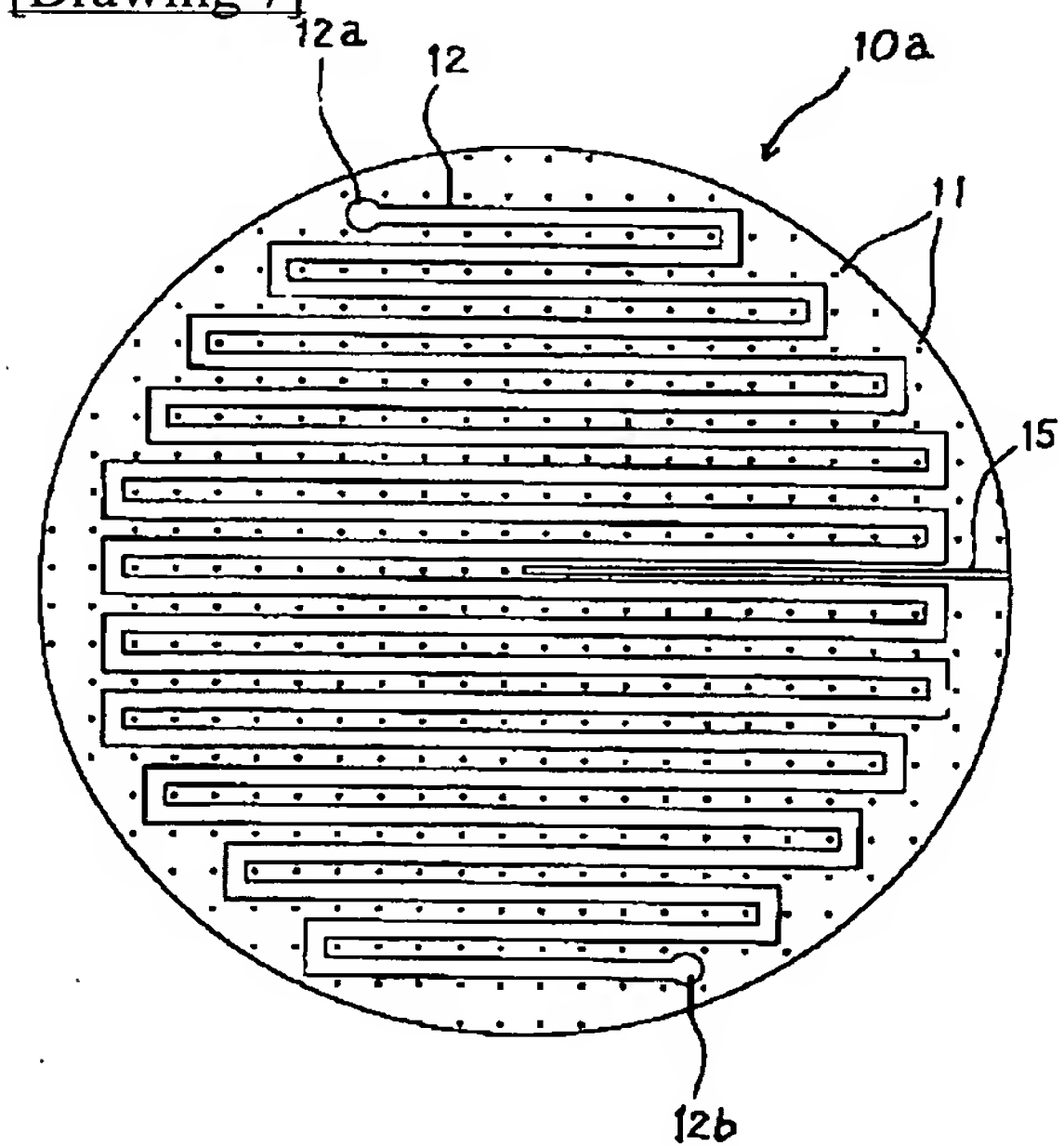
[Drawing 2]



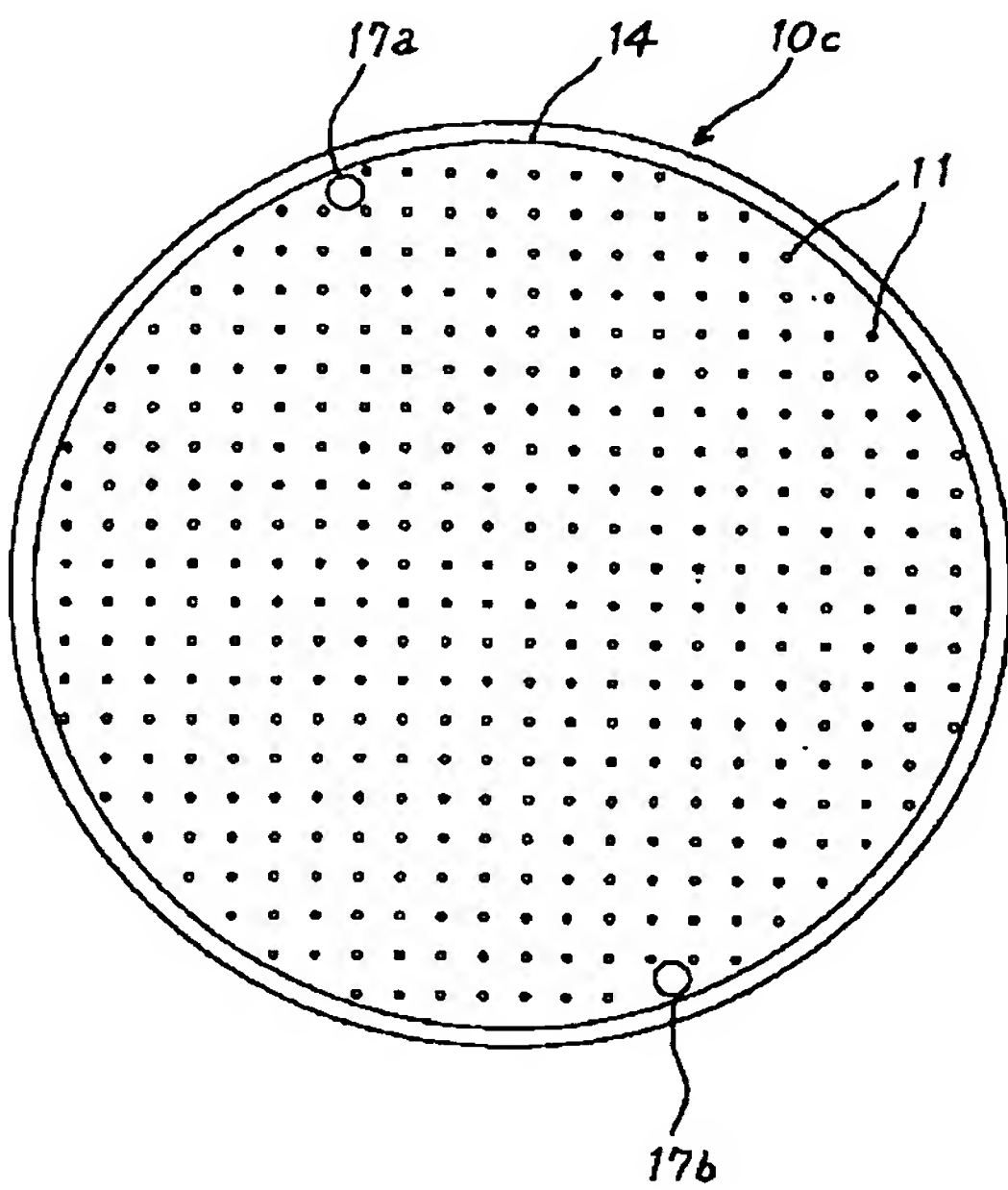
[Drawing 3]



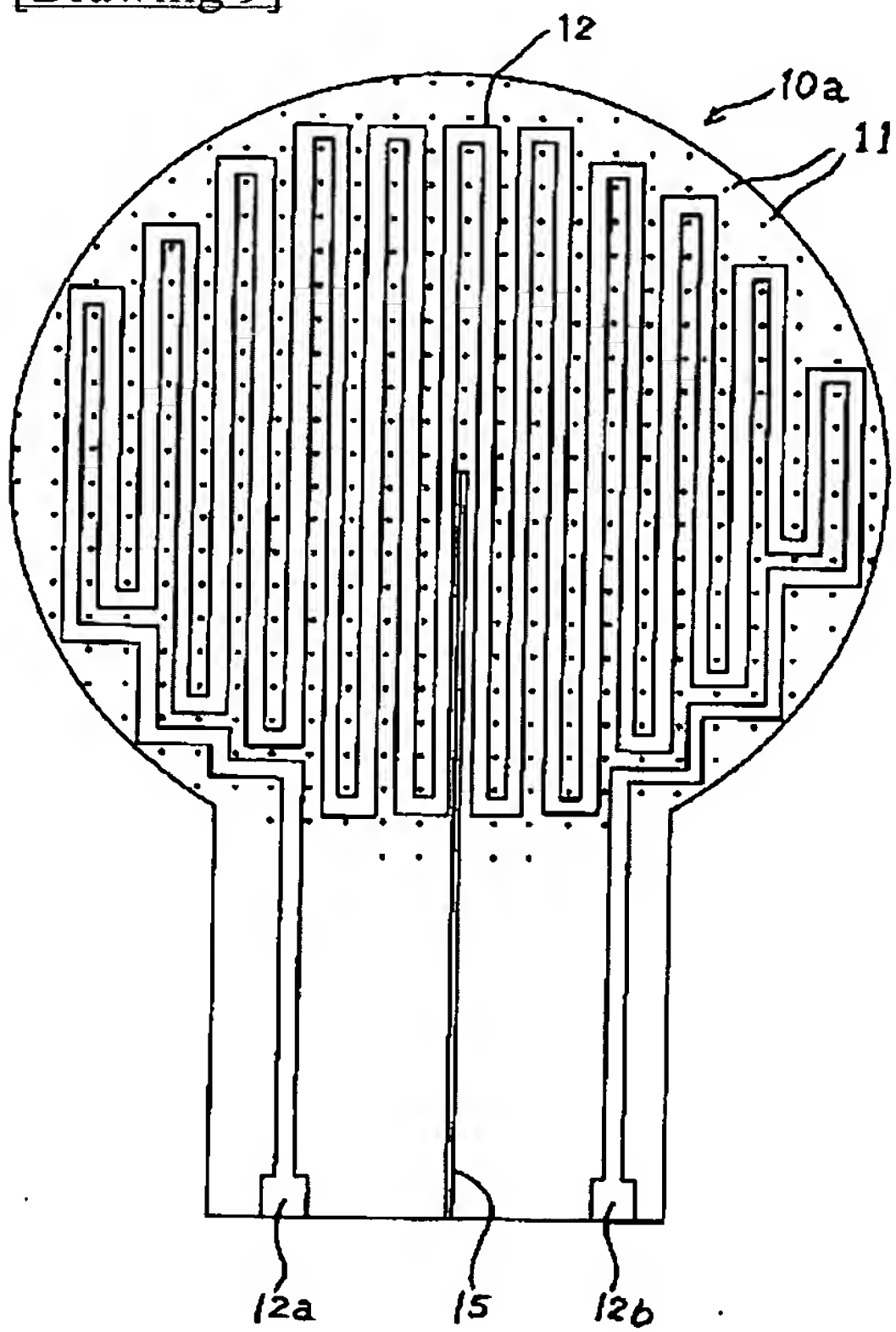
[Drawing 7]



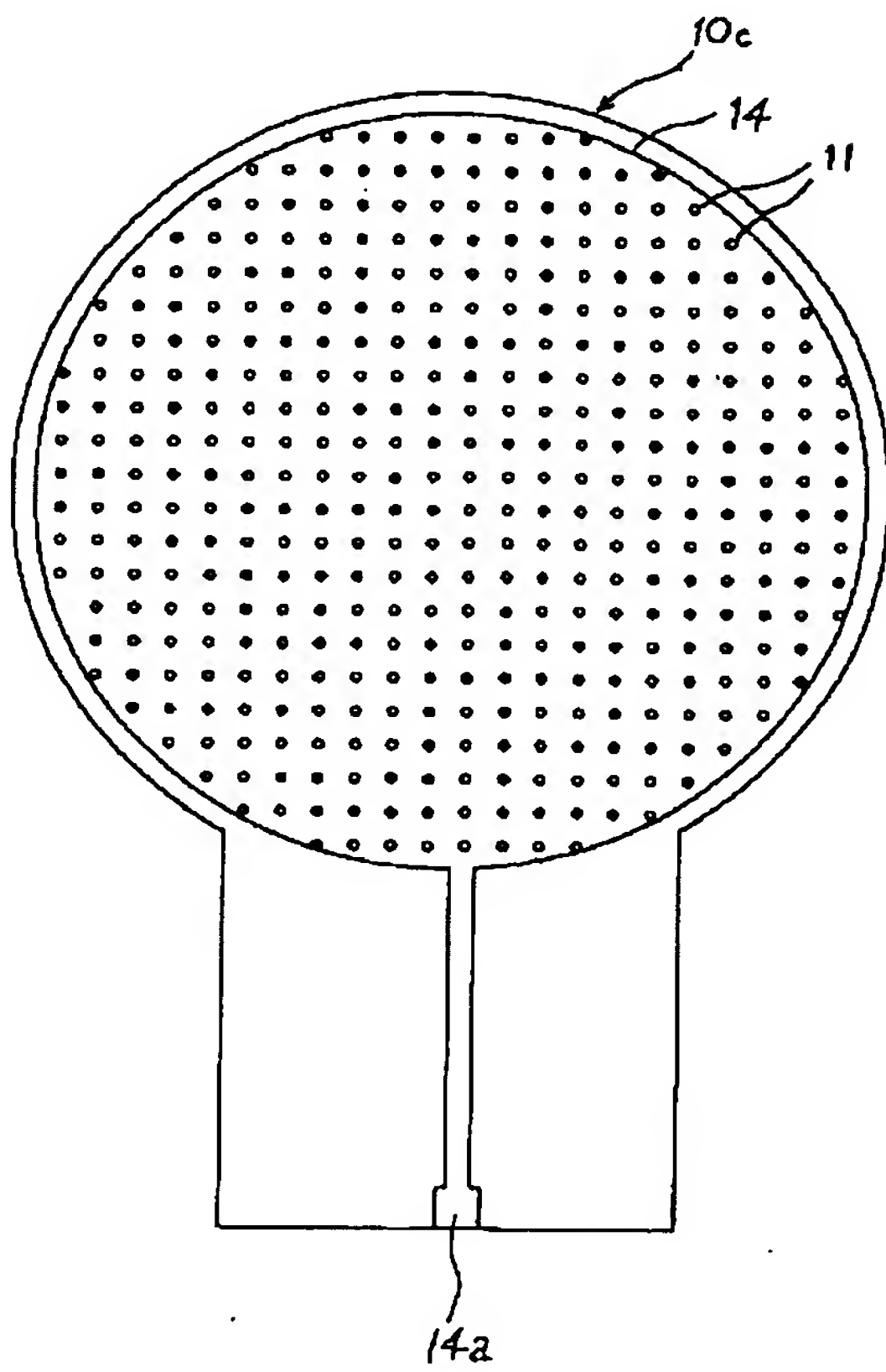
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274103

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/205
C04B 37/00
H01L 21/285
H01L 21/3065
// C04B 35/10
C04B 35/584
C04B 35/581
C04B 35/58

(21)Application number : 2000-160722

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 30.05.2000

(72)Inventor : HIIRAGIDAIRA HIROSHI
NAKADA HIROHIKO

(30)Priority

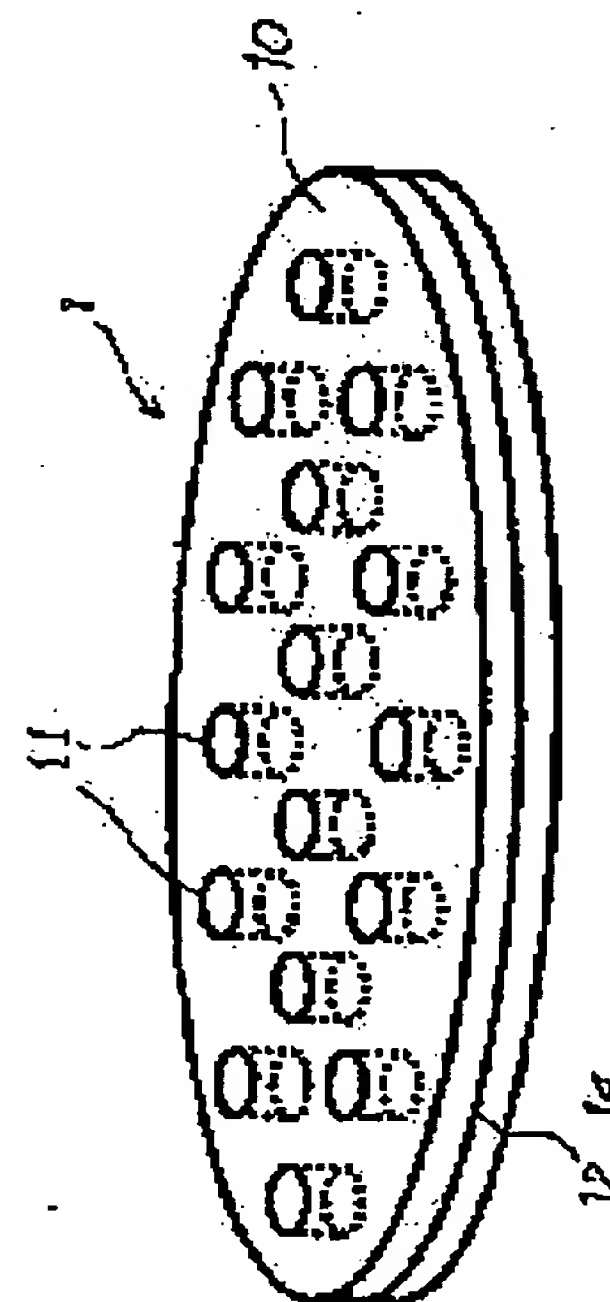
Priority number : 2000011862 Priority date : 20.01.2000 Priority country : JP

(54) GAS SHOWER MEMBER FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas shower member, capable of making reaction uniform inside a semiconductor manufacturing apparatus and having a function of preheating the reaction gas, while the gas passes through the body so as to suppress the generation of blockage of through-holes as well as generation of particles.

SOLUTION: This gas shower member 1 has a sintered aluminum-nitride base material member 10, having a thickness of 5 mm or smaller and having a plurality of through-holes 11, and has a conductive layer formed on the sintered aluminum-nitride base material member 10 as a heater circuit pattern 12 or an upper plasma electrode 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.07.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Patent number]	3654142
[Date of registration]	11.03.2005
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2004-16469
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	06.08.2004
[Date of extinction of right]	

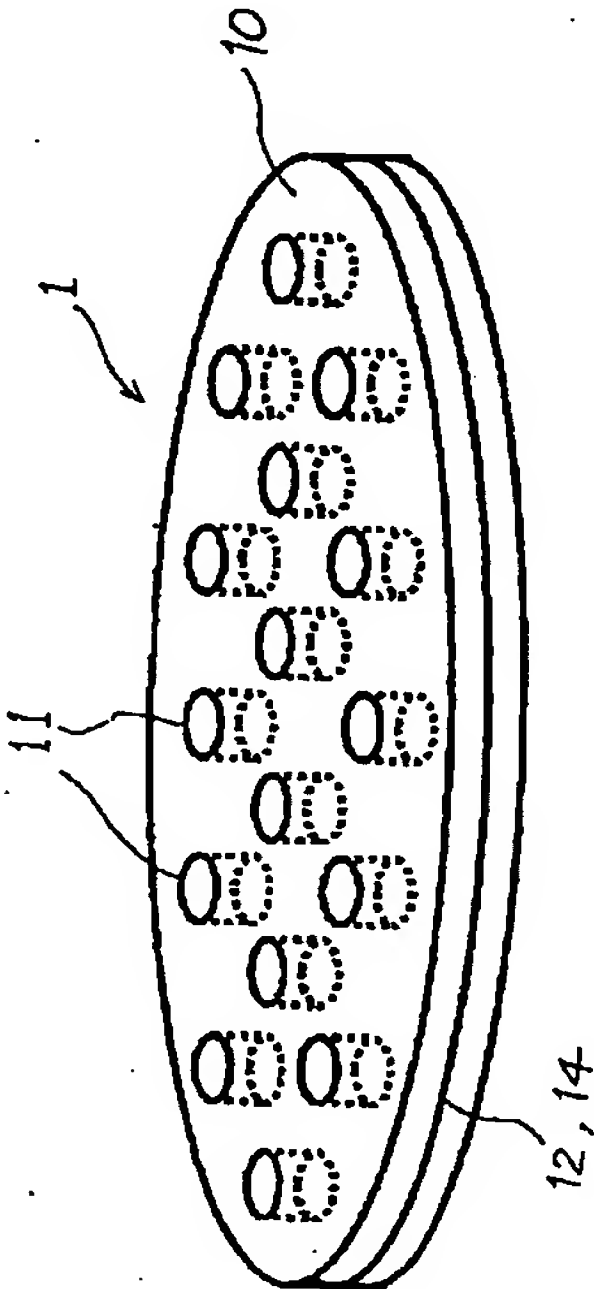
Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	4 G 0 0 1
C 0 4 B 37/00		C 0 4 B 37/00	Z 4 G 0 2 6
H 0 1 L 21/285		H 0 1 L 21/285	C 4 G 0 3 0
21/3065		C 0 4 B 35/58	3 0 1 4 M 1 0 4
// C 0 4 B 35/10		H 0 1 L 21/302	C 5 F 0 0 4
審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2000－160722(P2000－160722)	(71)出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(22)出願日	平成12年5月30日(2000.5.30)	(72)発明者	終平 啓 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
(31)優先権主張番号	特願2000－11862(P2000－11862)	(72)発明者	仲田 博彦 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
(32)優先日	平成12年1月20日(2000.1.20)	(74)代理人	100064746 弁理士 深見 久郎 (外4名)
(33)優先権主張国	日本(J P)		
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 半導体製造装置用ガスシャワー体

(57)【要約】
【課題】 半導体製造装置の内部における反応を均一にすることができ、貫通孔の閉塞やパーティクルの発生を抑制することができるように反応ガスを予備加熱して通過する機能を備えたガスシャワー体を提供することである。
【解決手段】 ガスシャワー体1は、基材の厚みが5mm以下であり、複数の貫通孔11を有する窒化アルミニウム焼結体基材10と、窒化アルミニウム焼結体基材10に形成された導電層としてヒータ回路パターン12またはプラズマ上部電極14とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基材の厚みが5mm以下の半導体製造装置用ガスシャワー体であって、

複数の貫通孔を有するセラミックス焼結体基材と、前記セラミックス焼結体基材に形成された導電層とを備えた、半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項2】 前記導電層は、ヒーター回路パターンを形成する導電層を含む、請求項1に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項3】 前記導電層は、プラズマ発生用電極を形成する導電層を含む、請求項1または請求項2に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項4】 前記セラミックス焼結体基材は、直径0.01mm以上の前記貫通孔を0.1個/cm²以上有する、請求項1から請求項3までのいずれかに記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項5】 前記セラミックス焼結体基材は、直径0.01mm以上の前記貫通孔を0.5個/cm²以上有する、請求項4に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項6】 前記セラミックスは、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化ケイ素および酸窒化アルミニウムからなる群より選ばれた1種を含む、請求項1から請求項5までのいずれかに記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項7】 前記セラミックスは、窒化アルミニウムである、請求項6に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項8】 前記セラミックス焼結体基材は、第1のセラミックス焼結体と第2のセラミックス焼結体とを含み、前記導電層は前記第1のセラミックス焼結体の表面上に形成され、さらに、前記導電層が形成された前記第1のセラミックス焼結体の表面と前記第2のセラミックス焼結体との間に介在し、前記第1のセラミックス焼結体と前記第2のセラミックス焼結体とを接合する接着層とを含む、請求項1から請求項7までのいずれかに記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項9】 前記接着層はガラスを含む、請求項8に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項10】 前記接着層は、 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $8.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の熱膨張係数を有するガラス層である、請求項9に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項11】 前記接着層は非酸化物セラミックスを含む、請求項8に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項12】 前記接着層は、 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $6.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の熱膨張係数を有する非酸化

物セラミックスを含む、請求項11に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項13】 前記非酸化物セラミックスは、窒化アルミニウムまたは窒化ケイ素のいずれかを50質量%以上含む、請求項11または請求項12に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項14】 前記接着層は、イッテルビウムとネオジウムとカルシウムとを含む酸化物、または加熱によりイッテルビウムとネオジウムとカルシウムとを含む酸化物を生ずる化合物を含む、請求項8に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項15】 前記接着層は、イットリウムとアルミニウムとを含む酸化物、または加熱によりイットリウムとアルミニウムとを含む酸化物を生ずる化合物を含む、請求項8に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項16】 前記導電層は前記セラミックス焼結体基材の一方の表面または両方の表面に形成され、前記導電層の表面を被覆するように保護層が形成されている、請求項1から請求項7までのいずれかに記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項17】 前記保護層はガラスを含む、請求項16に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項18】 前記保護層は、 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $8.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の熱膨張係数を有するガラス層である、請求項17に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項19】 前記保護層は非酸化物セラミックスを含む、請求項16に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項20】 前記保護層は、 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $6.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の熱膨張係数を有する非酸化物セラミックスを含む、請求項19に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項21】 前記非酸化物セラミックスは、窒化アルミニウムまたは窒化ケイ素のいずれかを50質量%以上含む、請求項19または請求項20に記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項22】 前記導電層は、タングステン、モリブデン、銀、パラジウム、白金、ニッケルおよびクロムからなる群より選ばれた少なくとも1種を含む、請求項1から請求項21までのいずれかに記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項23】 前記導電層は前記セラミックス焼結体基材内の平面に沿って形成され、さらに、前記導電層に接続するように前記セラミックス焼結体基材内の平面と同一の平面に沿って形成され、前記セラミックス焼結体から露出している外部接続端子を備える、請求項1から請求項22までのいずれかに記載の半導体製造装置用ガスシャワー体。

【請求項24】 前記セラミックス焼結体基材に内蔵さ

10

20

30

40

50

れた温度検出部をさらに備える、請求項1から請求項2
3までのいずれかに記載の半導体製造装置用ガスシャ
ワー体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体製造装置
用ガスシャワー体に関し、特にCVD装置、プラズマC
VD装置、エッチング装置、プラズマエッチング装置等
の半導体製造装置において反応ガスを半導体ウェハに均
一に供給するためのガスシャワー体に関するものであ
る。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェハの表面をエッチングした
り、その表面の上に膜を形成する際に、半導体ウェハを
ラックに多数個保持して、バッチ式でエッチングや膜形
成用のガスを流し、必要に応じて外周からヒーターで加
熱する（ホットウォール式）という手法が用いられてき
た。

【0003】しかし、近年、半導体装置の高集積化、高
速化の要求が厳しくなるに従い、半導体製造装置内の場
所による温度やガスの流れの不均一に起因してエッチン
グや形成される膜の品質がばらつくことが問題になって
きた。そこで、複数のエッチング装置や膜形成装置を並
べて、それらの装置間をローダーを用いて半導体ウェハ
を自動送りで1枚ずつ処理する枚葉式に半導体製造装置
のタイプが切替わりつつある。

【0004】枚葉式の半導体製造装置では、半導体ウェ
ハをセラミックス製や金属製の保持体の表面上に載せ
て、静置したり、機械的に固定したり、保持体に内蔵し
た電極に電圧を付加することにより静電力によってチャ
ックすること等によって半導体ウェハを保持体の上に固
定する。保持された半導体ウェハは、CVD (Chemical V
apor Deposition)、プラズマCVD、エッチング、プラ
ズマエッチング等の膜形成速度やエッチング速度を調整
するために、その表面の温度が厳密に制御される。その
温度制御のために、ウェハ保持体にヒーターを内蔵し
て、ウェハ保持体の最表面を加熱して、伝熱によって半
導体ウェハを加熱する。半導体装置の製造コストを低減
するために、半導体ウェハの直径を大きくして、1枚の
半導体ウェハ当りの製造される半導体チップの個数を増
やすことが試みられている。半導体ウェハの直径を大き
くした場合、半導体製造装置内におけるエッチングや膜
形成の反応環境のばらつきを抑えるために、ウェハ保持
体の最表面に要求される均熱性はさらに厳しくなる。

【0005】また、半導体製造装置のチャンバに取付け
たパイプから反応ガスを単に送り込むだけでは、ガスが
直接吹き込まれる箇所と間接的に吹き込まれる箇所との
間でガスの流れが不均一になり、半導体ウェハの表面に
おいて反応ガスの濃度がばらつくことになる。したがっ
て、膜形成やエッチングを半導体ウェハの表面において

均一に制御することが困難になる。そこで、半導体ウェ
ハの表面上においてガスの吹き込みを均一にして反応ガ
スの濃度を一定にするために、半導体ウェハの直上の位
置に板状の基材に多数の貫通孔を形成したガスシャワー
体を設置する方法が採用されている。この方法によれ
ば、ガスがシャワー状に吹き出し、半導体ウェハの表面
上においてできるだけ均一なガス濃度が得られる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ガスを反応させる温度
は反応ガスの種類によって異なるが、高温エッチングで
100～400℃、プラズマCVDで200～500
℃、CVDで400～800℃程度である。

【0007】通常、ウェハ保持体にヒーターを内蔵し
て、ウェハを直接加熱して反応を行なうために必要な所
定の温度にする。反応ガスを室温のままガスシャワー
体から反応部に供給すると、反応ガスはウェハ上で急激
に加熱され、ウェハ温度もそれに伴って下げられるた
め、特に大面積のウェハ面内におけるガスの温度を均一
にするのは困難で、反応速度も場所によって異なり、均
一な厚みの膜を形成することが難しくなる。

【0008】そこで、半導体製造装置の外の配管から反
応ガスをチャンバに送り込み、ヒーターで加熱した後
に、ガスシャワー体を通して構造を採用することによ
って、反応ガスを予備加熱する方法が考えられる。

【0009】しかし、ガスシャワー体を通して前に反
応ガスを予備加熱すると、ガスシャワー体の貫通孔を通
過する前に反応ガスが反応を開始して、ガスシャワー体
の貫通孔を閉塞させ、または予備加熱部に反応生成物を
無駄に生成するという問題がある。また、反応生成物が
剥離して生ずるパーティクルが異物として半導体ウェハ
の表面上に付着してしまう等の問題もある。

【0010】上記の問題を解決するために、ガスシャワ
ー体にヒーターを内蔵することが考えられる。しかしな
がら、ヒーターコイルやヒーター線をセラミックス成形
体の間に挟み込んでホットプレス焼結を行なうことによ
ってヒーターを内蔵したガスシャワー体を製造すると、
ヒーターコイルの巻き外径が3～6mm程度であるの
で、ヒーターコイルをガスシャワー体の基材の内部に埋
込むと、厚みが10mm以上になってしまい、貫通孔は
閉塞しやすくなる。また、ヒーターコイルに接触しない
ように貫通孔を形成する必要がある。そのため、貫通孔
を形成する位置がヒーターコイルの埋設位置によって制
約されてしまうという問題がある。この場合、貫通孔の
間隔が3～6mm以上になる領域が多く存在することにな
る。また、ヒーターコイルを埋設するためにガスシャ
ワー体の厚みが厚くなると、貫通孔が長くなることによ
っても上記の閉塞が起こりやすくなる。

【0011】そこで、反応が起こるウェハ上での均熱性
を確保するためには、ウェハの下ヒーター内蔵のウェ
ハ保持体からの輻射熱でガスシャワー体を暖め、ガスシ

ャワー体が所定の温度まで暖まってからガスを流すということも行なわれている。

【0012】膜の積層においては、製品のウェハだけでなく、ガスシャワー体、ウェハ保持体、チャンバにも積層し、積層した厚みが厚くなると熱応力で剥離を生じ、パーティクルとなって製品のウェハ上に付着して不良が発生する。したがって、これらチャンバ内部の部品の表面は頻繁にクリーニングを行なう必要がある。積層に最適な温度とクリーニングに最適な温度は異なる。一般にクリーニングには CF_3 や NF_3 等のガスが用いられ、積層温度で用いるとエッチング力が強すぎるため、積層温度より温度を下げてガスシャワー体、ウェハ保持体、チャンバの表面を必要以上に傷めないようにする必要がある。そこで、積層（高温）→クリーニング（低温）→積層（高温）…と温度を変える必要がある。ヒーターを内蔵しないガスシャワー体は下のヒーターの輻射熱でのみ加熱されるので、所定の温度に達するまでかなりの時間を要し、クリーニング工程を介在させることがウェハ処理のスループットを低下させる要因となっていた。

【0013】そこで、この発明の目的は、上述の問題点を解消するとともに、CVD装置、プラズマCVD装置、エッチング装置等の半導体製造装置のチャンバ内において反応を均一にすることができる半導体製造装置用ガスシャワー体を提供することである。

【0014】また、この発明のもう一つの目的は、薄型のガスシャワー体においても貫通孔の閉塞が起こり難く、かつ閉塞やパーティクルの原因となる不要な膜の積層が半導体製造装置用チャンバ内の部品表面上で起こった場合においても、クリーニング工程をスムーズに行なうことができ、ウェハ処理のスループットを向上させることができる半導体製造装置用ガスシャワー体を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明に従った半導体製造装置用ガスシャワー体は、基材の厚みが5mm以下の半導体製造装置用ガスシャワー体であって、複数の貫通孔を有するセラミックス焼結体基材と、そのセラミックス焼結体基材に形成された導電層とを備える。

【0016】クリーニング頻度を減らすためには少なくとも24時間以上貫通孔の閉塞が起こらないガスシャワー体が望まれていたが、5mm以下の厚みの基材に通常の直径（0.01mm以上）の貫通孔を形成したガスシャワー体を用いると、貫通孔の閉塞が起こるまでの時間を24時間以上にすることができる。したがって、この発明にしたがったガスシャワー体を用いると、薄型のガスシャワー体において貫通孔の閉塞が起こり難く、貫通孔の閉塞を引き起こす原因となる反応ガスの予備加熱の必要もない。また、ガスシャワー体に導電層としてヒーターを内蔵することによって、パーティクルの発生原因

となるチャンバ部品に付着した積層膜のクリーニングを行なう低温から、ウェハ上への膜の積層を行なう高温までの加熱をスムーズに行ない、ウェハ処理のスループットを向上させることができる。昇温と降温の時間の合計が1時間以内であるのが望まれていたが、ヒーターを内蔵することによって昇温時間を短縮し、薄型のガスシャワー体を構成することによって降温時間を短縮することができる。

【0017】また、反応の均一性の観点からも、好ましくは、この発明のガスシャワー体において導電層はヒーター回路パターンを形成する導電層を含む。このようにすることにより、反応ガスがガスシャワー体の貫通孔を通過中において予備加熱されるので、半導体製造装置用チャンバにおいて反応を均一にすることができる。したがって、貫通孔の閉塞やパーティクルの発生を抑制することができる。

【0018】好ましくは、この発明のガスシャワー体において導電層はプラズマ発生用電極を形成する導電層を含む。このようにすることにより、プラズマ上部電極とガスシャワー体との間の空間をなくすることができるので、プラズマの均一化によって半導体製造装置用チャンバ内において反応を均一化することが可能になる。したがって、上記の空間で発生していた不要な膜形成による貫通孔の閉塞やパーティクルの発生を抑制することができる。

【0019】好ましくは、この発明のガスシャワー体においてセラミックス焼結体基材は、直径0.01mm以上の貫通孔を0.1個/ cm^2 以上有し、さらに好ましくは直径0.01mm以上の貫通孔を0.5個/ cm^2 以上有する。貫通孔の大きさと密度を上記の値以上にすることにより、半導体製造装置のチャンバ内で反応ガスを均一に半導体ウェハに供給することができるので、半導体ウェハの表面上の温度分布をより均一にすることが可能になる。

【0020】この発明のガスシャワー体を構成する基材に用いられるセラミックスは、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化ケイ素または酸窒化アルミニウムのいずれか1種を含むのが好ましく、熱伝導率、耐食性の観点から、窒化アルミニウムを用いるのが最も好ましい。上記のようなセラミックスを用いることにより、ガスシャワー体の基材が耐熱性を備えるとともに、反応ガスに用いられる、たとえばハロゲンを含む腐食性のガスに対する耐食性も備えることができる。

【0021】この発明のガスシャワー体において、セラミックス焼結体基材は、第1のセラミックス焼結体と第2のセラミックス焼結体とを含み、導電層は第1のセラミックス焼結体の表面上に形成されるのが好ましい。そして、この発明のガスシャワー体は、導電層が形成された第1のセラミックス焼結体の表面と第2のセラミックス焼結体との間に介在し、第1のセラミックス焼結体と

第2のセラミックス焼結体とを接合する接着層をさらに含むのが好ましい。

【0022】また、この発明のガスシャワー体は、導電層がセラミックス焼結体基材の一方の表面または両方の表面に形成され、導電層の表面を被覆するように保護層が形成されることによって構成されてもよい。具体的な実施の形態としては、セラミックス焼結体基材としてセラミックス焼結体を1枚だけ用いて、このセラミックス焼結体の一方の表面に導電層をヒーター回路パターンとして形成し、導電層をハロゲン等の腐食ガスから保護するために、導電層の表面を耐食性の高い保護層、好ましくは非酸化物セラミックスからなる保護層で被覆するという構造で、ヒーター回路内蔵のガスシャワー体を構成してもよい。また、セラミックス焼結体基材としてセラミックス焼結体を1枚だけ用いて、このセラミックス焼結体の一方の表面に導電層をヒーター回路パターンとして形成し、他方の表面に導電層をプラズマ上部電極として形成し、導電層をハロゲン等の腐食ガスから保護するために、セラミックス焼結体の両面に形成された導電層の表面を耐食性の高い保護層、好ましくは非酸化物セラミックスからなる保護層で被覆するという構造で、ヒーター回路とプラズマ上部電極を内蔵したガスシャワー体を構成してもよい。上記のいずれの場合でも、セラミックス焼結体を接合する必要がないため、接合隙等の不良要因を低減でき、歩留まりの向上を図ることができる。また、1枚の焼結体でガスシャワー体を構成するので、製造コストの低減を図ることができる。

【0023】上記の接着層または保護層はガラスを含むのが好ましい。高温で高電圧を印加して用いられるガスシャワー体では、耐熱性、耐食性、耐電圧の観点から、上記の接着層または保護層は非酸化物セラミックスを含むのがさらに好ましい。この場合、熱伝導性や絶縁性の観点から、非酸化物セラミックスは、窒化アルミニウムまたは窒化ケイ素のいずれかを50質量%以上含むのが好ましい。

【0024】また、基材を構成するセラミックスとして窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化ケイ素または酸窒化アルミニウムのいずれかを用いる場合には、上記の接着層は、 $3.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以上 $8.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下の熱膨張係数を有するガラス層であるのが好ましい。このようなガラス層を上記の接着層として用いることにより、接着層の熱膨張係数をセラミックス焼結体とほぼ同等にすることができ、接合あるいはガスシャワー体の加熱、冷却の際に生じる熱応力を小さくすることができる。

【0025】上記の保護層としては、できるだけ耐食性の高いガラスを用いるのが好ましい。また、熱応力低減の観点から、保護層は、 $3.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以上 $8.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下の熱膨張係数を有するガラス層であるのが好ましい。ガスシャワー体を室温から600℃

まで昇温する時間を30分以内とすることが目標とされており、熱膨張係数が上記の範囲内である場合、この目標を達成できる。

【0026】基材を構成するセラミックスとして窒化アルミニウムを用いる場合には、ガラスの中でも濡れ性、接着性の観点から、上記の接着層は、イッテルビウム(Yb)とネオジウム(Nd)とカルシウム(Ca)とを含む酸化物、または加熱によりイッテルビウム(Yb)とネオジウム(Nd)とカルシウム(Ca)とを含む酸化物を生ずる化合物を含むのが好ましい。基材を構成するセラミックスが窒化ケイ素の場合には、ガラスの中でも濡れ性、接着性の観点から、上記の接着層は、イットリウム(Y)とアルミニウム(Al)とを含む酸化物、または加熱によりイットリウム(Y)とアルミニウム(Al)とを含む酸化物を生ずる化合物を含むのが好ましい。

【0027】また、接着層または保護層の材料として非酸化物セラミックスを用いる場合、 $3.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以上 $6.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下の熱膨張係数を有する非酸化物セラミックスを用いるのが熱応力の観点から好ましい。

【0028】この発明のガスシャワー体において導電層は、タングステン、モリブデン、銀、パラジウム、白金、ニッケルまたはクロムの少なくとも1種を含むのが好ましい。

【0029】この発明のガスシャワー体において、導電層はセラミックス焼結体基材内の平面に沿って形成されるのが好ましい。さらに、ガスシャワー体は、導電層に接続するようにセラミックス焼結体基材内の平面と同一の平面に沿って形成され、セラミックス焼結体から露出している外部接続端子を備えるのが好ましい。このようにすることにより、導電層を内蔵しているセラミックス焼結体基材の領域のみが反応ガスに晒され、外部接続端子を半導体製造装置のチャンバの外に配置することができる。また、セラミックス焼結体基材に内蔵された導電層と、その導電層に接続する外部接続端子を同一平面に沿って形成することにより、ガスシャワー体を均一に加熱することができるとともに、加熱や冷却に要する時間も少なくすることができ、すなわち加熱速度と冷却速度を高めることが可能となる。

【0030】この発明のガスシャワー体は、セラミックス焼結体基材に内蔵された温度検出部をさらに備えるのが好ましい。このようにすることにより、ガスシャワー体の温度分布を測定することができ、ガスシャワー体の加熱温度を制御することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】図1と図2は、この発明のガスシャワー体が適用される半導体製造装置の実施の形態を概念的に示す図である。

【0032】図1に示すように、CVD装置やエッチン

グ装置のチャンバ101には、膜形成またはエッチングがなされる処理対象物としての半導体ウェハ3を配置する。半導体ウェハ3はウェハ保持体2の上に固定されている。ウェハ保持体2は支持体4に取付けられている。ウェハ保持体2は、半導体ウェハ3を静電力によって固定するための静電チャック用電極23と、半導体ウェハ3を加熱するためのヒーター回路21とを備える。半導体ウェハ3の上方には、ガスシャワー体1が設けられる。ガスシャワー体1は、反応ガスを通過させるための複数の貫通孔11を有し、反応ガスを加熱するためのヒーター回路パターンを内蔵している。ヒーター回路パターンは導電層の形態でガスシャワー体1に内蔵されている。膜形成用反応ガスまたはエッチング用ガスがガス導入口200からチャンバ101の内部に導入される。導入されたガスは複数の貫通孔11を通過して半導体ウェハ3の表面上に供給される。半導体ウェハ3の表面上において所定の膜形成またはエッチングが行なわれる。チャンバ101の内部のガスを排気するために排気口300が設けられている。

【0033】図2に示すように、プラズマCVD装置やプラズマエッチング装置に用いられるチャンバ102の内部には、膜形成またはエッチングの処理対象物としての半導体ウェハ3を配置する。半導体ウェハ3はウェハ保持体2の上に固定される。ウェハ保持体2は支持体4の上に取付けられている。ウェハ保持体2は、半導体ウェハ3を加熱するためのヒーター回路21と、プラズマをチャンバ102内に発生させるためのプラズマ下部電極22と、半導体ウェハ3を固定するための静電力を発生させる静電チャック用電極23とを備える。半導体ウェハ3の上方にはガスシャワー体1が設けられている。ガスシャワー体1は、反応ガスを通過させるための複数の貫通孔11を有し、プラズマ下部電極22に対向するようにプラズマ上部電極と、反応ガスを加熱するためのヒーター回路パターンを内蔵している。ヒーター回路パターンとプラズマ上部電極は導電層の形態でガスシャワー体1に内蔵されている。ガス導入口200からチャンバ102の内部に導入された膜形成用またはエッチング用のガスはガスシャワー体1の貫通孔11を通過して半導体ウェハ3の表面上に供給される。ガスシャワー体1に内蔵されたプラズマ上部電極とウェハ保持体2に内蔵されたプラズマ下部電極22との間でプラズマ放電が発生する。このようにして形成されたガスプラズマによって半導体ウェハ3の表面上で所定の膜形成またはエッチングが行なわれる。チャンバ102の内部のガスを排出するための排気口300が設けられている。

○【0034】図3は、この発明のガスシャワー体の1つの実施の形態を示す斜視図である。図3に示すように、ガスシャワー体1において、セラミックス焼結体基材10にはヒーター回路パターン12やプラズマ上部電極14を形成する導電層が内蔵されている。

【0035】図4～図6は、この発明のガスシャワー体の実施の形態として断面構造を概念的に示す図である。

【0036】図4に示すように、ガスシャワー体1は、2枚のセラミックス焼結体基材10aと10bが接合された構造を有する。セラミックス焼結体基材10aの一方の表面上には導電層としてヒーター回路パターン12が形成されている。ヒーター回路パターン12が形成されたセラミックス焼結体基材10aの一方の表面とセラミックス焼結体基材10bの表面との間にガラス層または非酸化物セラミックス層を介在させることによってセラミックス焼結体基材10aと10bが接合されている。複数の貫通孔11は、セラミックス焼結体基材10a、ガラス層または非酸化物セラミックス層13、セラミックス焼結体基材10bを貫通するように形成されている。ヒーター回路パターン12は貫通孔11に接触しないように形成されている。

【0037】図5に示すように、2枚のセラミックス成形体の間に導電ペーストを挟んで焼結することにより、一体化したセラミックス焼結体基材10の内部に導電層としてヒーター回路パターン12を形成してもよい。この場合、接着層としてのガラス層または非酸化物セラミックス層はガスシャワー体1に含まれない。

○【0038】また、図6に示すように、ガスシャワー体1は、ヒーター回路パターン12とプラズマ上部電極14を導電層の形態で内蔵している。セラミックス焼結体10aの一方の表面上に導電層としてヒーター回路パターン12が形成されている。ヒーター回路パターン12が形成されたセラミックス焼結体10aの一方の表面とセラミックス焼結体10bとの間にガラス層または非酸化物セラミックス層13aを介在させることによってセラミックス焼結体10aと10bを接合する。また、セラミックス焼結体基材10cの一方の表面上に導電層としてプラズマ上部電極14が形成されている。プラズマ上部電極14が形成されたセラミックス焼結体基材10cの一方の表面とセラミックス焼結体基材10aの他方の表面との間にガラス層または非酸化物セラミックス層13bを介在させることによってセラミックス焼結体10aと10cを接合する。このようにして、ヒーター機能とプラズマ電極を備えたガスシャワー体1が構成される。

【0039】なお、ガスシャワー体1は、ヒーター回路パターンとプラズマ上部電極を兼ねる1つの導電層のみを内蔵するようにしてもよい。また、プラズマ上部電極のみを内蔵するようにガスシャワー体を構成してもよい。

【0040】図7は、ヒーター回路パターンが形成されたセラミックス焼結体基材10aの一方の表面を示す平面図である。図7に示すように、複数の微細な貫通孔11がセラミックス焼結体基材10aの一方の表面に形成されている。貫通孔11の位置に接触しないように導

電層としてヒーター回路パターン12がジグザグ状に一定のパターンに従って形成されている。ヒーター回路パターン12の両端部には外部に接続するための円形状の接続端子12aと12bが形成されている。また、セラミックス焼結体基材10aの一方の表面上には温度検出部として温度センサを挿入するための溝部15が形成されている。

- 【0041】図8は、プラズマ上部電極が形成されたセラミックス焼結体基材の一方の表面を示す平面図である。図8に示すように、複数個の微細な貫通孔11が、図7に示すセラミックス焼結体基材10aの貫通孔と位置が一致するようにセラミックス焼結体基材10cの一方の表面上に形成されている。また、2つの貫通孔17aと17bが、図7に示すヒーター回路パターンの接続端子12aと12bの位置に一致するように形成されている。貫通孔11の開口部を塞がないようにほぼ全面にわたって導電層としてプラズマ上部電極14がセラミックス焼結体基材10cの一方の表面上に形成されている。

【0042】また、図7に示すようにセラミックス焼結体10aの一方の表面上に導電層としてヒーター回路パターン12が形成されている。ヒーター回路パターン12が形成されたセラミックス焼結体10aの一方の表面上を非酸化物セラミックス層13aで被覆することにより、ヒーター回路パターンをハロゲン等の腐食ガスから保護する保護層を形成する。このようにして、1枚のセラミックス焼結体10aを用いて、ガスシャワー体1がヒーター回路パターン12を導電層の形態で内蔵するように構成してもよい。

【0043】さらに、図7に示すようにセラミックス焼結体10aの一方の表面上に導電層としてヒーター回路パターン12が形成され、他方の表面上に導電層として図8に示すようにプラズマ上部電極14が形成されてもよい。この場合、これらの導電層上を非酸化物セラミックス層で被覆することにより、導電層としてのヒーター回路パターンとプラズマ上部電極をハロゲン等の腐食性ガスから保護する保護層を形成する。このようにして、1枚のセラミックス焼結体10aを用いて、ガスシャワー体1がヒーター回路パターン12とプラズマ上部電極14を導電層の形態で内蔵するように構成してもよい。

【0044】図9は、ヒーター回路パターンが形成されたセラミックス焼結体基材10aのもう一つの実施の形態の一方の平面を示す平面図である。図9に示すように、接続端子12aと12bが、ヒーター回路パターン12に接続するようにセラミックス焼結体基材10aの一方の表面上で同一の平面に沿って形成され、側面まで延びて、半導体製造装置のチャンバの外側で配線と接続できるようになっている。また、温度センサを挿入するための溝部15も、セラミックス焼結体基材10aの側面まで延びて、半導体製造装置のチャンバの外側から温

度センサを挿入することができるようになっている。温度センサで測定された温度に応じて半導体製造装置の外側に設置した温度調整モジュールを用いてガスシャワー体の温度を制御することができる。

【0045】図10は、プラズマ上部電極が形成されたセラミックス焼結体基材10cのもう一つの実施の形態の一方の平面を示す平面図である。図10に示すように、接続端子14aが、プラズマ上部電極14に接続するようにセラミックス焼結体基材10cの一方の表面上で同一の平面に沿って形成され、側面まで延びて、半導体製造装置のチャンバの外側で配線と接続できるようになっている。

【0046】この発明のガスシャワー体の基材を構成するセラミックス焼結体は、従来の方法で製造することができ、セラミックス粉末には必要により焼結用の助剤を添加し、さらには必要に応じてバインダを添加し、その混合粉末の成形体を焼結することによって製造する。セラミックスは耐熱性、ハロゲンを含む腐食性のガス等に対する耐食性を備える観点から、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、酸窒化アルミニウムが好ましく、窒化アルミニウムが熱伝導率と耐食性の観点から最も好ましい。

【0047】セラミックス粉末を成形する方法としては、ドクターブレード、押出し、プレス等の公知のシート成形方法を用いる。成形体を乾燥した後に焼結時の収縮率を勘案した形状に打ち抜きまたは切断する。この時点で貫通孔を形成してもよく、あるいは焼結体を接合した後に機械加工によって貫通孔を形成してもよい。

【0048】成形体を脱バインダした後に焼結する。焼結は常圧で行なうのが好ましいが、特に制限されない。必要があれば、焼結体の表面を研磨したり、焼結体に切断加工を施してもよい。ただし、寸法や反りが所定の範囲内に収まっている場合には、焼結したままの状態でガスシャワー体の基材に用いてもよい。

【0049】セラミックス焼結体の上にタングステンやモリブデン等の高融点金属またはこれらの混合物、あるいは銀、銀-パラジウム、ニッケル-クロム等の金属または合金の導電性物質を含むペーストを印刷塗布して焼付けることによって導電層をセラミックス焼結体の表面上に形成する。導電層が形成されたセラミックス焼結体と他のセラミックス焼結体との間にガラスまたは非酸化物セラミックス等の接着剤を介在させることによって重ね合わせてセラミックス焼結体を接合する。このようにしてセラミックス焼結体基材に導電層を内蔵したガスシャワー体を製造することができる。

【0050】上述の製造方法においては、セラミックス焼結体の上に導電性物質を含むペーストを塗布して焼付けることによって導電層を形成する方法、すなわちポストメタライズ法を採用している。ヒーター回路パターンやプラズマ上部電極に相当する導電層をセラミックス焼

結体基材に内蔵させるために、タングステンやモリブデン等の高融点金属またはこれらの混合物を含むペーストをセラミックス成形体の表面上に印刷塗布し、他のセラミックス成形体を重ね合わせて熱圧着し、成形体に脱バインダ処理を施した後に、セラミックス成形体の焼結と導電体ペーストの焼付けとを同時に行なうコファイヤー法を採用してもよい。

【0051】ヒーターとプラズマ上部電極の2つの機能を兼ねる導電層をセラミックス焼結体基材に内蔵するために、ヒーター回路パターンとプラズマ上部電極のそれぞれの導電層を形成し、2層の導電層を内蔵するガスシャワー体を製造してもよく、あるいはコンパクトにするためにヒーターとプラズマ上部電極の両方の機能を兼ねる1つの導電層を形成してもよい。

【0052】反応ガスを均一に半導体ウェハの表面上に供給するためには、少なくとも0.01mm以上の直径を有する貫通孔を0.1個/cm²以上の密度で、好ましくは0.5個/cm²以上の密度で形成するのが望ましい。

【0053】

【実施例】（実施例1）窒化アルミニウム粉末に焼結助剤としてイットリア（Y₂O₃）を5質量%とバインダを添加して分散混合した後に、焼結後に1.0mmの厚みになるようにドクターブレード法を用いて成形した。この成形体を乾燥した後、焼結後の外径が300mmになるように打ち抜くとともに、焼結後の直径が0.5mmになるように500個の貫通孔を打ち抜いて形成した。この成形体を温度800℃の窒素ガス気流中で脱脂し、温度1800℃で4時間焼結した。得られた焼結体の上下面をダイヤモンド砥粒を用いて研磨した。このようにして2枚の窒化アルミニウム焼結体基材を作製した。

【0054】1枚の窒化アルミニウム焼結体基材の一方の表面上に、タングステン粉末と焼成助剤をエチルセルロースバインダにて混練したものを印刷塗布した。印刷パターンは、線幅が3.0mmの線状パターンとし、この線状パターンを貫通孔の開口部に接触しないように図7に示すようにジグザグ状に形成した。この印刷パターンが形成された窒化アルミニウム焼結体を温度800℃の窒素ガス中で脱脂し、温度1700℃の窒素ガス中で焼付けることにより導電層を形成した。

【0055】一方、もう1枚の窒化アルミニウム焼結体基材の一方の表面上にガラス粉末を印刷塗布した後、温度500℃で脱脂した。この窒化アルミニウム焼結体基材の一方の表面と導電層が形成された窒化アルミニウム焼結体基材の表面とを重ね合わせて、モリブデン製の治具で固定して重しを載せた状態で温度650℃の窒素ガス中で接合した。このようにして図4に示されるようなヒーター回路パターンを内蔵した窒化アルミニウム焼結体基材からなるガスシャワー体を製造した。得られたガスシャワー体の厚みは2.0mmであった。

【0056】得られたガスシャワー体1を図1に示すCVD装置の内部に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度700℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vを印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。シリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±0.4℃であった。また、所定の反応ガスを用いて窒化チタン（TiN）膜をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を100時間行なったが、ガスシャワー体1の表面や貫通孔11では膜形成が行なわれず、膜の付着も発生しなかった。また、シリコンウェハ3の表面上では粒径0.05μm以上のパーティクルの発生もなかった。反応終了後、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12への電源の供給を停止させると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温まで10分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで6分で到達した。昇温および降温時においてガスシャワー体に割れ等は見られなかった。

【0057】（実施例2）実施例1と同じ製造方法を用いて窒化アルミニウム焼結体基材を2枚製造した。貫通孔の個数を100個にした以外は、実施例1と同じ仕様のガスシャワー体を製造した。

【0058】得られたガスシャワー体1を図1に示されるようなCVD装置に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度700℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vを印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。この状態でシリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定した。その温度分布は±4.0℃であった。また、シリコンウェハ3の表面上に窒化チタン（TiN）膜を形成する処理を100時間行なったが、ガスシャワー体1の基材の表面や貫通孔11には膜が全く形成されず、膜が付着しなかった。また、シリコンウェハ3の表面上においては、粒径が0.05μm以上のパーティクルも発生しなかった。反応終了後、ヒーター回路パターン12への電源の供給を停止すると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温に10分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで6分で到達した。

【0059】（実施例3）実施例1と同じ製造方法によって同一の数の貫通孔を有する直径300mm、厚み1mmの窒化アルミニウム焼結体基材を3枚製造した。

【0060】1枚の窒化アルミニウム焼結体基材の一方

の表面上に、タングステン粉末と焼成助剤をバインダにて混練したものを印刷塗布した。印刷パターンは、線幅が0.5 mm、線間隔が0.5 mmの線状のパターンとし、この線状のパターンを貫通孔の開口部に接触しないように図7に示すようにジグザグ状に形成した。

【0061】また、もう1枚の窒化アルミニウム焼結体基材の一方の表面上にも、タングステン粉末と焼成助剤をバインダにて混練したものを印刷塗布した。印刷パターンは、ほぼ円形のパターンとし、貫通孔の開口部を塞がないように図8に示すようにプラズマ上部電極を構成するように形成した。

【0062】上記の2枚の窒化アルミニウム焼結体基材の一方の表面上に形成した印刷パターンを実施例1と同様にして焼付けることにより、それぞれ、ヒーター回路パターンとプラズマ上部電極を形成する導電層を窒化アルミニウム焼結体基材の上に形成した。

【0063】上記の2枚の窒化アルミニウム焼結体基材ともう1枚の窒化アルミニウム焼結体基材とを、実施例1と同様にしてガラス層を介在させることによって接合した。このようにして、図6に示すようにヒーター回路パターン12とプラズマ上部電極14とを内蔵するガスシャワー体1を製造した。得られたガスシャワー体の厚みは3.0 mmであった。

【0064】このガスシャワー体1を図2に示されるような、シリコン酸化膜(SiO₂膜)形成用のプラズマCVD装置に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300 mmのシリコンウェハ3を載せて温度300℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200 Vを印加して600℃にガスシャワー体1を加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させることによってシリコンウェハ3の表面上に反応ガスを供給した。その状態でシリコンウェハ3の表面上における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±0.5℃であった。ガスシャワー体1のプラズマ上部電極14にも200 Vを印加してチャンバ102の内部にガスプラズマを形成した状態で、シリコンウェハ3の表面上にシリコン酸化膜を形成する処理を50時間行なったところ、貫通孔に閉塞が見られ、クリーニングを要した。また、シリコンウェハ3の表面上において粒径0.05 μm以上のパーティクルは発生しなかった。反応終了後、ヒーター回路パターン12とプラズマ上部電極14に供給する電源を停止すると、ガスシャワー体1の温度が600℃から室温に13分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200 Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで10分で到達した。

【0065】(実施例4) 窒化アルミニウム粉末に焼成助剤としてイットリア(Y₂O₃)を3質量%と酸化カルシウム(CaO)を1質量%とバインダとを添加して分散混合した後、その混合粉末を、焼結後の厚みが1.0

mmになるようにドクターブレード成形した。この成形体を乾燥した後、焼結後において外径が300 mmになるように打ち抜き、また焼結後において直径が0.5 mmになるような貫通孔を500個打ち抜いて形成した。この成形体の一方の表面上に、タングステン粉末と焼成助剤をエチルセルロースバインダにて混練したものを印刷塗布した。印刷パターンは、線幅が2.0 mmの線状パターンとし、この線状パターンを貫通孔の開口部に接触しないように図7に示すようにジグザグ状に形成した。このように印刷パターンを形成した窒化アルミニウム成形体の上にもう1枚の窒化アルミニウム成形体を重ね合わせて熱圧着した。熱圧着した2枚の窒化アルミニウム成形体を温度800℃の窒素ガス気流中で脱脂し、温度1800℃で4時間焼結することにより、印刷パターンと窒化アルミニウムを同時に焼結した。このようにして図5に示すような、ヒーター回路パターン12を内蔵して一体化した窒化アルミニウム焼結体基材10からなるガスシャワー体1を製造した。得られたガスシャワー体の厚みは2.0 mmであった。

【0066】得られたガスシャワー体1を図1に示すようなCVD装置に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300 mmのシリコンウェハ3を載せて温度700℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200 Vを印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。この状態でシリコンウェハ3の表面上における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±0.5℃であった。また、窒化チタン膜(TiN膜)をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を100時間行なったところ、ガスシャワー体1の基材の表面や貫通孔には膜が全く形成されず、膜は付着しなかった。シリコンウェハ3の表面上において粒径0.05 μm以上のパーティクルの発生もなかった。反応終了後、ヒーター回路パターン12への電源供給を停止させると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温に10分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200 Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで6分で到達した。

【0067】(実施例5～17) 実施例5～17では、実施例1と同じ方法で貫通孔が形成され、研磨された窒化アルミニウム焼結体を作製した。

【0068】1枚の窒化アルミニウム焼結体の一方の表面上にタングステン粉末と焼成助剤をエチルセルロース系バインダにて混練したものを印刷塗布した。これを窒素ガス中900℃で脱脂し、温度1700℃の窒素ガス中にて焼き付けることにより、導電層としてヒーター回路パターンを形成した。

【0069】一方、もう1枚の窒化アルミニウム焼結体の一方の表面上に以下の表2に記載した接着層の組成を

10

20

30

40

50

するように配合された非酸化物セラミックスと酸化物セラミックスの混合粉末、または酸化物セラミックス粉末をエチルセルロース系バインダで混練したものを印刷塗布した。これを窒素ガス中にて900℃で脱脂した後、ヒーター回路パターンが形成された窒化アルミニウム焼結体の一方の表面の上に重ね合わせて、カーボン製の治具で固定し、加重を掛けた状態で表2に示した接合温度で窒素ガス中で加熱することにより接合した。

【0070】このようにして、図4に示されるようなヒーター回路パターンを内蔵した窒化アルミニウム焼結体素体からなるガスシャワー体を製造した。得られたガスシャワー体の厚みは2.0mmであった。

【0071】得られたガスシャワー体1を図1に示すCVD装置の内部に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度750℃で加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。シリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±0.5℃であった。また、所定の反応ガスを用いて窒化チタン(TiN)膜をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を100時間行なったが、ガスシャワー体1の表面や貫通孔11では膜形成が行なわれず、膜の付着も発生しなかった。シリコンウェハ3の表面上では粒径0.05μm以上のパーティクルの発生もなかった。反応終了後、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12への電源の供給を停止させると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温まで10分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで6分で到達した。

【0072】実施例1～4では、ガスシャワー体をフッ素雰囲気中700℃の温度で1000時間連続使用しても問題がなかったが、750℃の温度で1000時間連続使用したところ、10個中1個、800℃の温度で1000時間連続使用したところ、10個中3個、ヒーターの劣化が見られた。ガラス層の熱劣化によってヒーターの保護効果が低下したためと考えられる。

【0073】実施例5、11では、ガスシャワー体をフッ素雰囲気中700℃の温度で1000時間、750℃の温度で1000時間連続使用しても問題がなかったが、800℃の温度で1000時間連続使用したところ、10個中1個、ヒーターの劣化が見られた。

【0074】実施例6～10、12～17では、ガスシャワー体をフッ素雰囲気中700℃、750℃、800℃のいずれの温度で1000時間連続使用しても問題がなかった。

【0075】(実施例18)窒化ケイ素粉末に焼結助剤

としてY₂O₃を5質量%、Al₂O₃を2質量%添加し、バインダとしてポリビニルアルコールを添加してエタノールを溶媒としてボールミルによって分散混合した。この混合粉末をスプレードライ乾燥した後、直径380mm、厚み1mmの形状になるようにプレス成形した。この成形体を温度800℃の窒素ガス中で脱脂した後、温度1550℃で4時間焼結した。得られた窒化ケイ素焼結体の上下面をダイヤモンド砥粒にて研磨した。

【0076】実施例1と同じ方法で1枚の窒化ケイ素焼結体にタングステンヒーター回路パターンを形成し、もう1枚の窒化ケイ素焼結体に熱膨張係数が5.0×10⁻⁶/℃のSiO₂-Al₂O₃系酸化物セラミックス層を形成して重ね合わせて窒素ガス中1100℃の温度で加熱接合した。

【0077】得られたガスシャワー体1を図1に示すCVD装置の内部に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度750℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。シリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±2.0℃であった。また、所定の反応ガスを用いて窒化チタン(TiN)膜をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を100時間行なったが、ガスシャワー体1の表面や貫通孔11では膜形成が行なわれず、膜の付着も発生しなかった。シリコンウェハ3の表面上では粒径0.05μm以上のパーティクルの発生もなかった。反応終了後、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12への電源の供給を停止させると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温まで20分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで15分で到達した。

【0078】(実施例19)酸窒化アルミニウム(AlON)粉末に焼結助剤としてMgOを2質量%添加し、バインダを添加して分散混合した。この混合粉末をスプレードライ乾燥した後、直径380mm、厚み1mmの形状になるようにプレス成形した。この成形体を温度800℃の窒素気流中で脱脂した後、温度1770℃で4時間焼結した。得られた酸窒化アルミニウム焼結体の上下面をダイヤモンド砥粒にて研磨した。

【0079】実施例1と同じ方法で1枚の酸窒化アルミニウム焼結体にタングステンヒーター回路パターンを形成し、もう1枚の酸窒化アルミニウム焼結体に熱膨張係数が5.0×10⁻⁶/℃のSiO₂-Al₂O₃系酸化物セラミックス層を形成して重ね合わせて窒素ガス中1100℃の温度で加熱接合した。

【0080】得られたガスシャワー体1を図1に示すC

VD装置の内部に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度750℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。シリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±3.0℃であった。また、所定の反応ガスを用いて窒化チタン(TiN)膜をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を100時間行なったが、ガスシャワー体1の表面や貫通孔11では膜形成が行なわれず、膜の付着も発生しなかった。シリコンウェハ3の表面上では粒径0.05μm以上のパーティクルの発生もなかった。反応終了後、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12への電源の供給を停止させると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温まで20分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで15分で到達した。

【0081】(実施例20)実施例1と同じ製造方法を用いて窒化アルミニウム焼結体基材を1枚製造した。実施例1と同じように窒化アルミニウム焼結体基材に貫通孔を形成し、タングステンの導電層を形成した。この導電層の表面を被覆するように、窒化アルミニウム粉末に3質量%のYb-Nd-Ca-O系のガラスを添加したペーストを印刷し、1650℃の温度で焼き付けた。

【0082】得られたガスシャワー体1を図1に示すCVD装置の内部に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度700℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。この状態でシリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±0.4℃であった。また、所定の反応ガスを用いて窒化チタン(TiN)膜をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を150時間行なったが、ガスシャワー体1の表面や貫通孔11では膜形成が行なわれず、膜の付着も発生しなかった。シリコンウェハ3の表面上では粒径0.05μm以上のパーティクルの発生もなかった。反応終了後、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12への電源の供給を停止させると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温まで7分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで5分で到達した。

【0083】(実施例21)実施例1と同じ製造方法によって窒化アルミニウム焼結体基材を5枚製造した。1枚

の窒化アルミニウム焼結体基材の上にタングステンの導電層を実施例1と同じ方法で形成して、5枚の焼結体の間にガラス層を介在させて実施例1と同じ方法で接合した。このようにして実施例1と同じ仕様のガスシャワー体を製造した。

【0084】得られたガスシャワー体1を図1に示すCVD装置の内部に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度700℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。この状態でシリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±0.6℃であった。また、所定の反応ガスを用いて窒化チタン(TiN)膜をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を30時間行なったところ、ガスシャワー体1の貫通孔11において貫通孔の閉塞が見られた。シリコンウェハ3の表面上においてはパーティクルが発生し、ガスシャワー体1の清掃が必要となった。その後、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12への電源の供給を停止させると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温まで17分で到達した。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで7分で到達した。

【0085】(実施例22)実施例1と同じ製造方法によって窒化アルミニウム焼結体基材を2枚製造した。貫通孔の数を30個にした以外はすべて実施例1と同じ仕様のガスシャワー体を製造した。

【0086】得られたガスシャワー体1を図1に示すようなCVD装置に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度700℃に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vを印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させることによりシリコンウェハ3の表面上に供給した。この状態でシリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、±7.0℃であった。また、窒化チタン膜(TiN膜)をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を100時間行なったが、貫通孔の閉塞等は見られなかった。

【0087】その後、ヒーター回路パターン12に供給する電源を停止すると、ガスシャワー体1の温度が600℃から室温になるまで10分かかった。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃まで6分で到達した。

【0088】(実施例23)実施例1と同じ製造方法によって窒化アルミニウム焼結体基材を2枚作製した。1

枚の窒化アルミニウム焼結体基材にモリブデン（Mo）ペーストを塗布することによって導電層を形成した以外は実施例1と全く同じ手法でガスシャワー体を作製した。

【0089】実施例1と同じ手法でシリコンウェハの表面における温度分布を測定したところ、 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ であった。また、実施例1と同様に膜を形成する処理を100時間行なったが、貫通孔は閉塞しなかった。ガスシャワー体の室温から600°Cまでの昇温時間は6分、電源の供給を停止させた後の室温までの降温時間は10分を要した。

【0090】（実施例24）実施例1と同じ製造方法によって窒化アルミニウム焼結体基材を2枚作製した。1枚の窒化アルミニウム焼結体基材に銀-パラジウム（Ag-Pd）ペーストを塗布することによって導電層を形成した以外は実施例1と全く同じ手法でガスシャワー体を作製した。

【0091】実施例1と同じ手法でシリコンウェハの表面における温度分布を測定したところ、 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ であった。また、実施例1と同様に膜を形成する処理を100時間行なったが、貫通孔は閉塞しなかった。ガスシャワー体の室温から600°Cまでの昇温時間は6分、電源の供給を停止させた後の室温までの降温時間は10分を要した。

【0092】（実施例25）実施例1と同じ製造方法によって窒化アルミニウム焼結体基材を2枚作製した。1枚の窒化アルミニウム焼結体基材にニッケル-クロム（Ni-Cr）ペーストを塗布することによって導電層を形成した以外は実施例1と全く同じ手法でガスシャワー体を作製した。

【0093】実施例1と同じ手法でシリコンウェハの表面における温度分布を測定したところ、 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ であった。また、実施例1と同様に膜を形成する処理を100時間行なったが、貫通孔は閉塞しなかった。ガスシャワー体の室温から600°Cまでの昇温時間は6分、電源の供給を停止させた後の室温までの降温時間は10分を要した。

【0094】（実施例26～30）実施例1と同じ製造方法で、窒化アルミニウム焼結体基材を1枚とタングステン導電層を形成した窒化アルミニウム焼結体基材を1枚作製し、熱膨張係数が $2.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、 $7.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ のガラスをそれぞれ用いて2枚の焼結体を窒素ガス中にて温度700°Cで接合した。昇温速度の目標は30分/600°C以内であったが、それぞれ35分で割れ、6分で割れ、6分以下で割れず、8分で割れ、80分で割れた。

【0095】（比較例1）実施例1と同じ製造方法によって貫通孔を有する窒化アルミニウム焼結体基材を2枚製造した。1枚の窒化アルミニウム焼結体基材の一方の

表面上にガラス粉末を印刷塗布した。この窒化アルミニウム焼結体基材の一方の表面を温度500°Cで脱脂した後、その上にもう1枚の窒化アルミニウム焼結体基材を重ね合わせてモリブデン製の治具で固定し、重しを載せて、温度650°Cの窒素ガス中で接合した。このようにして、図11に示すようなガスシャワー体1を製造した。図11に示すように、窒化アルミニウム焼結体基材10aと10bはガラス層13によって接合されている。ガスシャワー体1には複数個の貫通孔11が形成されている。

【0096】得られたガスシャワー体1を図1に示すようなCVD装置に組み込んだ。ウェハ保持体2の表面上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度700°Cに加熱した。ガスシャワー体1の貫通孔11に反応ガスを通わせてシリコンウェハ3の表面上に供給した。この状態でシリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ であった。また、シリコンウェハ3の表面上に窒化チタン膜を形成する処理を100時間行なったところ、ガスシャワー体1の基材の表面や貫通孔11に膜の付着や貫通孔の閉塞は見られなかった。

【0097】下のウェハ保持体2からの輻射熱でガスシャワー体1も徐々に昇温し、600°Cに達するまで180分を要した。ウェハ保持体2への電力供給を停止させると、ガスシャワー体1は15分で室温に達した。

【0098】（比較例2）窒化アルミニウム粉末に焼結助剤としてイットリア（ Y_2O_3 ）を5質量%とバインダとを添加して分散混合した後、焼結後の寸法で外径が300mm、厚みが5mmになるように金型でプレス成形することにより、2枚の窒化アルミニウム成形体を作製した。2枚の窒化アルミニウム成形体の間にコイルの巻き外径が5mmになるように直径0.5mmのモリブデン線を10mmピッチの渦巻状に配置させた状態で、温度1850°Cにてホットプレス焼結した。焼結後にヒーターコイルの配置された領域に接触しないように直径0.5mmの貫通孔を1個ずつマイクロダイヤモンドドリルで窒化アルミニウム焼結体基材に形成した。このようにして50個の貫通孔を窒化アルミニウム焼結体基材に形成した。図12に示すようにヒーターコイル線16を窒化アルミニウム焼結体基材10に内蔵したガスシャワー体1が得られた。

【0099】このガスシャワー体1を図1に示すようなCVD装置に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度700°Cに加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーターコイル線16に200Vを印加してガスシャワー体1を600°Cに加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させることによってシリコンウェハ3の表面上に供給した。この状態でシリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射表面温度計によって測定したところ、 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ であった。

また、窒化チタン膜をシリコンウェハ3の表面に形成する処理を8時間行なったところ、ガスシャワー体1の基材の表面や貫通孔に膜が付着し、また貫通孔の閉塞が見られた。シリコンウェハ3の表面上にもパーティクルが発生し、ガスシャワー体1の清掃が必要となった。その後、ヒーターコイル線16に供給する電源を停止すると、ガスシャワー体1の温度が600℃から室温になるまで180分かかった。また、ヒーターコイル線16に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃になるまで30

10 分かかった。
 【0100】(比較例3) 実施例1と同じ製造方法によって貫通孔が形成された窒化アルミニウム焼結体基材を6枚製造した。1枚の窒化アルミニウム焼結体基材の上にタングステンの導電層を実施例1と同じ方法で形成して、6枚の焼結体の間にガラス層を介在させて実施例1と同じ方法で接合した。

【0101】得られたガスシャワー体1を図1に示すCVD装置の内部に組み込んだ。ウェハ保持体2の上に直径300mmのシリコンウェハ3を載せて温度700℃20 に加熱した。一方、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加してガスシャワー体1を600℃に加熱した状態で反応ガスを貫通孔11に通過させてシリコンウェハ3の表面上に供給した。この状態でシリコンウェハ3の表面における温度分布を輻射

表面温度計によって測定したところ、±0.8℃であった。また、所定の反応ガスを用いて窒化チタン(TiN)膜をシリコンウェハ3の表面上に形成する処理を14時間行なったところ、ガスシャワー体1の表面や貫通孔に膜が付着し、また貫通孔の閉塞が見られた。シリコンウェハ3の表面上においてはパーティクルが発生し、ガスシャワー体1の清掃が必要となった。その後、ガスシャワー体1のヒーター回路パターン12への電源の供給を停止させると、ガスシャワー体1の温度は600℃から室温になるまで30分かかった。また、ヒーター回路パターン12に200Vの電圧を印加して電源を供給したところ、ガスシャワー体1の温度は室温から600℃になるまで15分かかった。

【0102】以上の実施例1～30と比較例1～3におけるガスシャワー体の構造と結果を表1に示す。なお、表1において「Wボスメタ」はタングステンを含む導電層がポストメタライズ法によって形成されることを意味し、「Wコファイヤー」はタングステンを含む導電層がコファイヤー法によって形成されることを示し、「Moコイル/HP」はモリブデンコイル線を介在させた状態でホットプレス焼結によって焼結体基材を製造することを示している。

【0103】

【表1】

		構 造					結果 ウェハ 温度 分布 ±℃
		導電層	貫通孔 密度 個/cm ²	装置	基材 厚み mm	接着層または 保護層 熱膨張係数 (×10 ⁻⁶ /℃)	
実 施 例	1	Wボス材	0.7	CVD	2	5	0.4
	2	Wボス材	0.14	CVD	2	5	4.0
	3	Wボス材	0.7	プラズマ CVD	3	5	0.5
	4	Wコフイー	0.7	CVD	2	5	0.5
	5~17	Wボス材	0.7	CVD	2	非酸化物3~6	0.5
	18	Wボス材	0.7	CVD	Si ₃ N ₄ :2	5	2.0
	19	Wボス材	0.7	CVD	AlON:2	5	3.0
	20	Wボス材	0.7	CVD	1	AlN:4.5	0.4
	21	Wボス材	0.7	CVD	5	5	0.6
	22	Wボス材	0.05	CVD	2	5	7.0
	23	Mo	0.7	CVD	2	5	0.4
	24	Ag-Pd	0.7	CVD	2	5	0.4
	25	Ni-Cr	0.7	CVD	2	5	0.4
	26	Wボス材	0.7	CVD	2	2.5	-
	27	Wボス材	0.7	CVD	2	3	-
	28	Wボス材	0.7	CVD	2	5	-
	29	Wボス材	0.7	CVD	2	7.9	-
	30	Wボス材	0.7	CVD	2	10	-
比 較 例	1	ヒーターなし	0.7	CVD	2	5	15.0
	2	Moコイル/HP	0.07	CVD	10	-	10.0
	3	Wボス材	0.7	CVD	6	5	0.8

【0104】

＊ ＊【表2】

実施例	接着層	接合温度
5	40%A1N+60%(Ca-Al-Si-O)	1600℃
6	50%A1N+50%(Ca-Al-Si-O)	1600℃
7	70%A1N+30%(Ca-Al-Si-O)	1800℃
8	90%A1N+10%(Y-Ca-O)	1650℃
9	90%A1N+10%(Yb-Nd-Ca-O)	1650℃
10	90%A1N+10%(Yb-Nd-Ca-O)	1650℃
11	97%A1N+3%(Yb-Nd-Ca-O)	1650℃
12	40%Si ₃ N ₄ +60%(Ca-Al-Si-O)	1600℃
13	50%Si ₃ N ₄ +50%(Ca-Al-Si-O)	1600℃
14	70%Si ₃ N ₄ +30%(Y-Al-Mg-O)	1800℃
15	90%Si ₃ N ₄ +10%(Y-Al-Mg-O)	1650℃
16	90%A1N+10%(Y-Al-Mg-O)	1650℃
17	Yb-Nd-Ca-O	1650℃

【0105】以上に開示された実施の形態や実施例はすべての点で例示的に示されるものであり、制限的なものではないと考慮されるべきである。本発明の範囲は、以上の実施の形態や実施例ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての修正や変更を含むものである。

【0106】

【発明の効果】この発明によれば、処理対象としての半

導体ウェハの外径が増大することによってより均一な加熱が必要なCVD装置、プラズマCVD装置、高温エッチング装置等の半導体製造装置に用いられるガスシャワー体として、ヒーター機能を備えた構造やヒーターとプラズマ電極の機能を併せ持った構造を提供することができる。このような構造を有するガスシャワー体を用いることにより、反応ガスの均一加熱を実現することができ、半導体ウェハの表面上において均一に膜を形成する

こと、または均一なエッチングを行なうことが可能になる。また、ガスシャワー体の基材の表面に不要な膜形成が生じなくなるので、貫通孔の閉塞によるチャンバ内のガスの濃度や流量の経時変化を防止することができる。さらに、ガスシャワー体の基材の表面に付着した膜が剥離して発生するパーティクルの発生も抑制することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明に従ったガスシャワー体を適用可能な半導体製造装置の1つの実施の形態を概念的に示す図である。

【図2】 この発明のガスシャワー体を適用することが可能な半導体製造装置のもう1つの実施の形態を概念的に示す図である。

【図3】 この発明のガスシャワー体の1つの実施の形態を示す斜視図である。

【図4】 この発明に従ったガスシャワー体の1つの実施の形態としてヒーター機能を内蔵したものを示す概念的な断面図である。

【図5】 この発明に従ったもう1つの実施の形態としてガスシャワー体の概念的な断面構造を示す図である。

【図6】 この発明に従ったガスシャワー体のさらにもう1つの実施の形態としてヒーターとプラズマ電極の機*

* 能を併せ持つものの概念的な断面を示す図である。

【図7】 この発明に従ったガスシャワー体の基材の1つの実施の形態としてヒーター回路パターンが形成された一方の表面を示す平面図である。

【図8】 この発明に従ったガスシャワー体の基材の1つの実施の形態としてプラズマ上部電極が形成された一方の表面を示す平面図である。

【図9】 この発明に従ったガスシャワー体の基材のもう1つの実施の形態としてヒーター回路パターンが形成された一方の表面を示す平面図である。

【図10】 この発明に従ったガスシャワー体の基材のもう1つの実施の形態としてプラズマ上部電極が形成された一方の表面を示す平面図である。

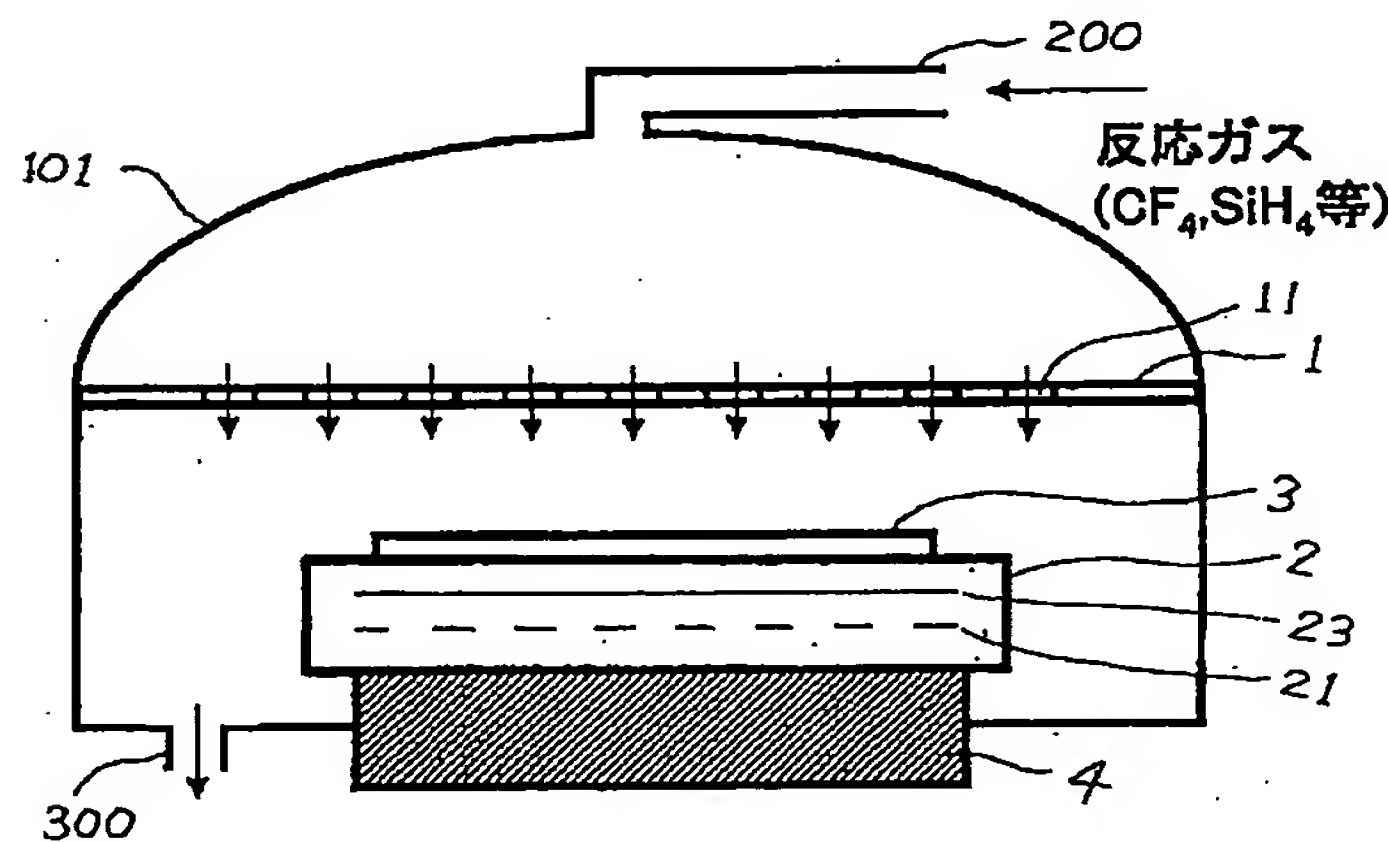
【図11】 この発明の比較例としてガスシャワー体の概念的な断面を示す図である。

【図12】 この発明のもう1つの比較例としてガスシャワー体の概念的な断面を示す図である。

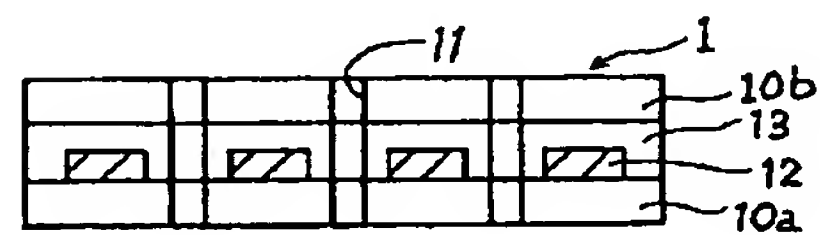
【符号の説明】

1：ガスシャワー体、10、10a、10b、10c：セラミックス焼結体基材、11：貫通孔、12：ヒーター回路パターン、13、13a、13b：ガラス層、14：プラズマ上部電極。

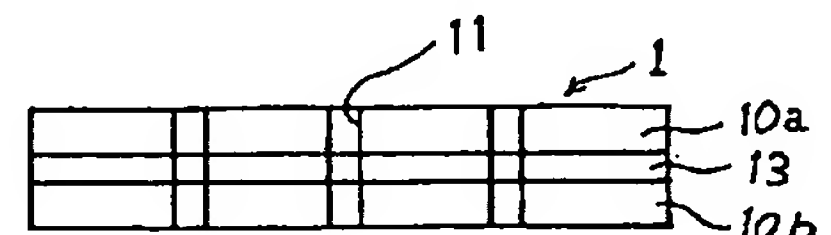
【図1】



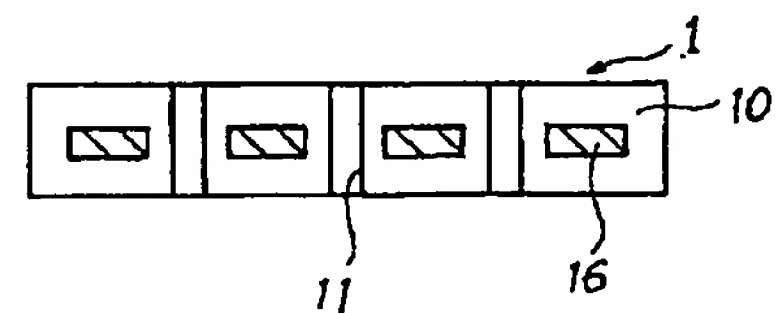
【図4】



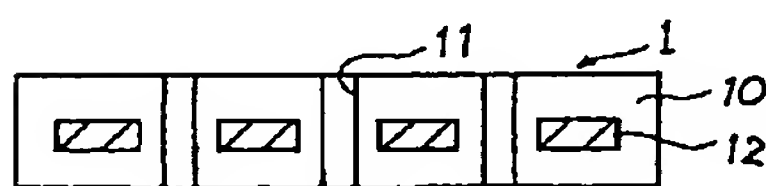
【図11】



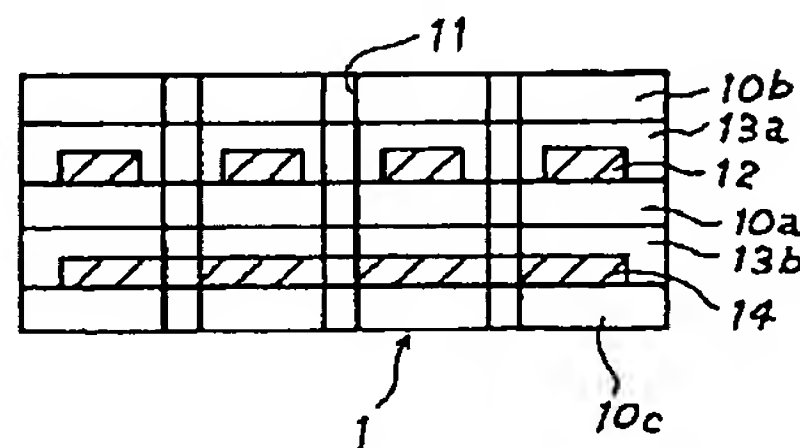
【図12】



【図5】



【図6】



こと、または均一なエッチングを行なうことが可能になる。また、ガスシャワー体の基材の表面に不要な膜形成が生じなくなるので、貫通孔の閉塞によるチャンバ内のガスの濃度や流量の経時変化を防止することができる。さらに、ガスシャワー体の基材の表面に付着した膜が剥離して発生するパーティクルの発生も抑制することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明に従ったガスシャワー体を適用可能な半導体製造装置の1つの実施の形態を概念的に示す図である。

【図2】 この発明のガスシャワー体を適用することが可能な半導体製造装置のもう1つの実施の形態を概念的に示す図である。

【図3】 この発明のガスシャワー体の1つの実施の形態を示す斜視図である。

【図4】 この発明に従ったガスシャワー体の1つの実施の形態としてヒーター機能を内蔵したものを示す概念的な断面図である。

【図5】 この発明に従ったもう1つの実施の形態としてガスシャワー体の概念的な断面構造を示す図である。

【図6】 この発明に従ったガスシャワー体のさらにもう1つの実施の形態としてヒーターとプラズマ電極の機*

* 能を併せ持つものの概念的な断面を示す図である。

【図7】 この発明に従ったガスシャワー体の基材の1つの実施の形態としてヒーター回路パターンが形成された一方の表面を示す平面図である。

【図8】 この発明に従ったガスシャワー体の基材の1つの実施の形態としてプラズマ上部電極が形成された一方の表面を示す平面図である。

【図9】 この発明に従ったガスシャワー体の基材のもう1つの実施の形態としてヒーター回路パターンが形成された一方の表面を示す平面図である。

【図10】 この発明に従ったガスシャワー体の基材のもう1つの実施の形態としてプラズマ上部電極が形成された一方の表面を示す平面図である。

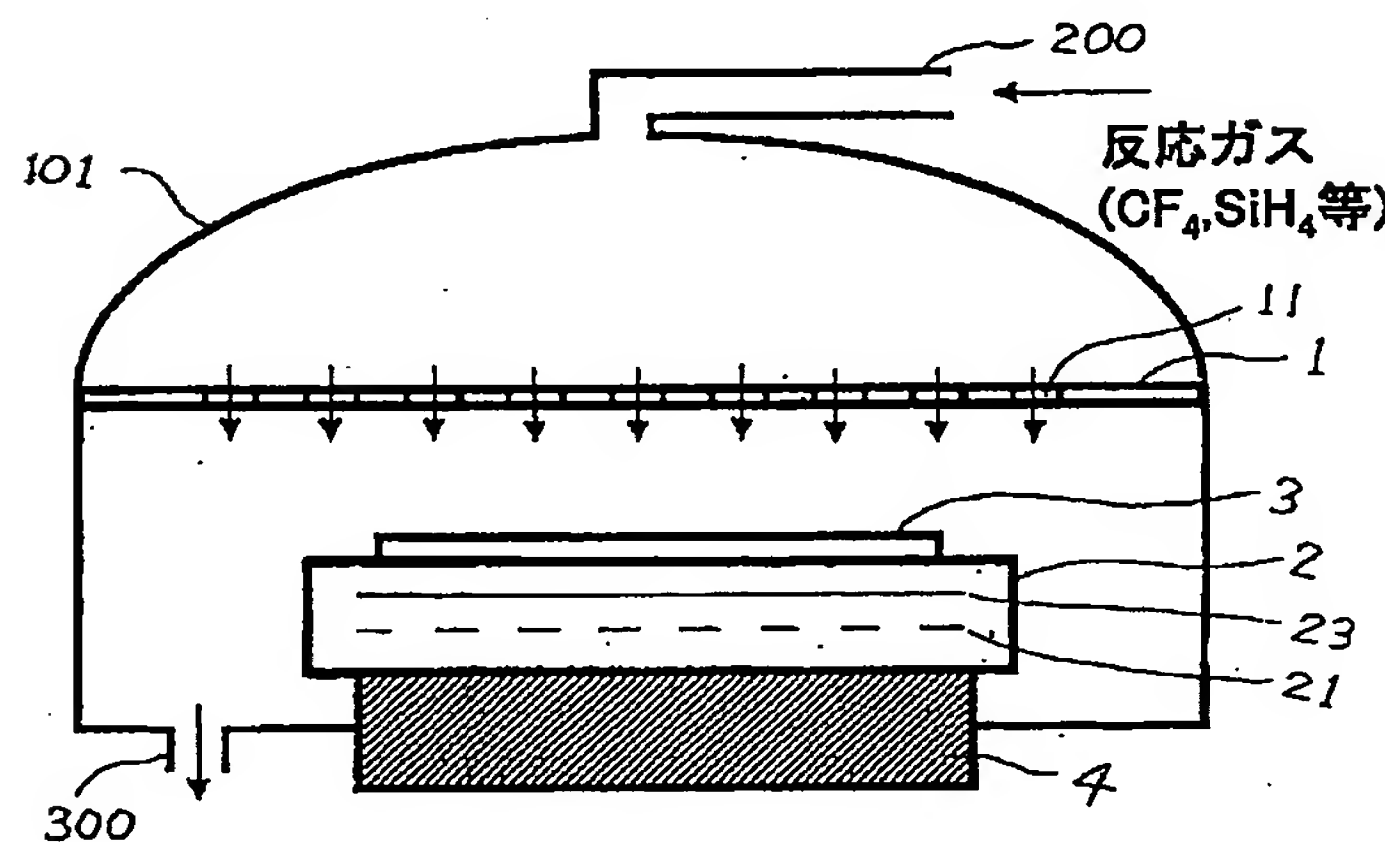
【図11】 この発明の比較例としてガスシャワー体の概念的な断面を示す図である。

【図12】 この発明のもう1つの比較例としてガスシャワー体の概念的な断面を示す図である。

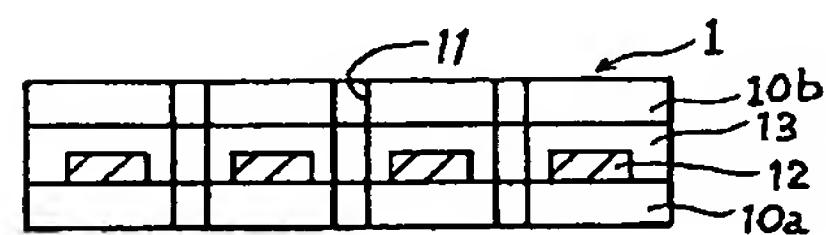
【符号の説明】

1：ガスシャワー体、10、10a、10b、10c：セラミックス焼結体基材、11：貫通孔、12：ヒーター回路パターン、13、13a、13b：ガラス層、14：プラズマ上部電極。

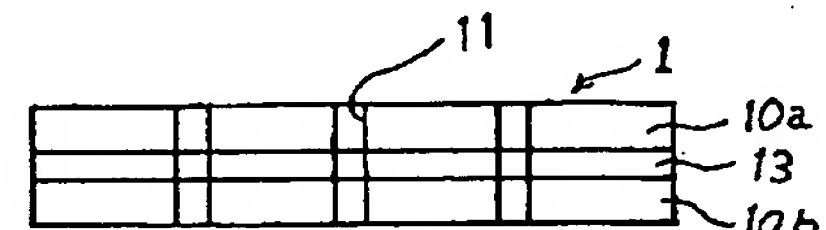
【図1】



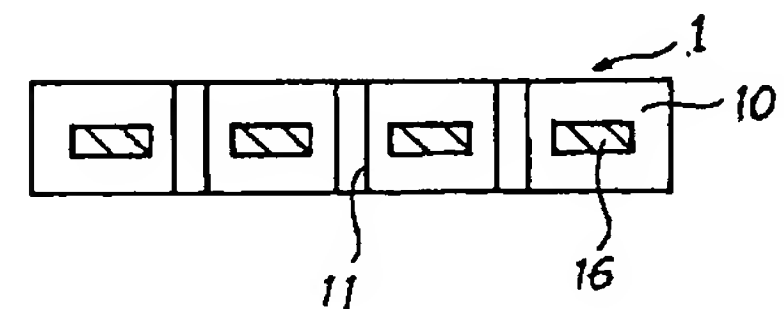
【図4】



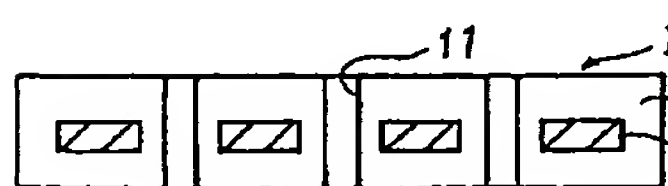
【図11】



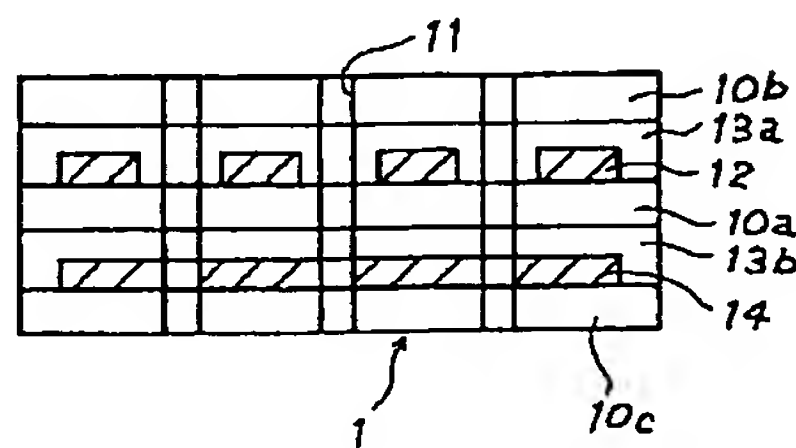
【図12】



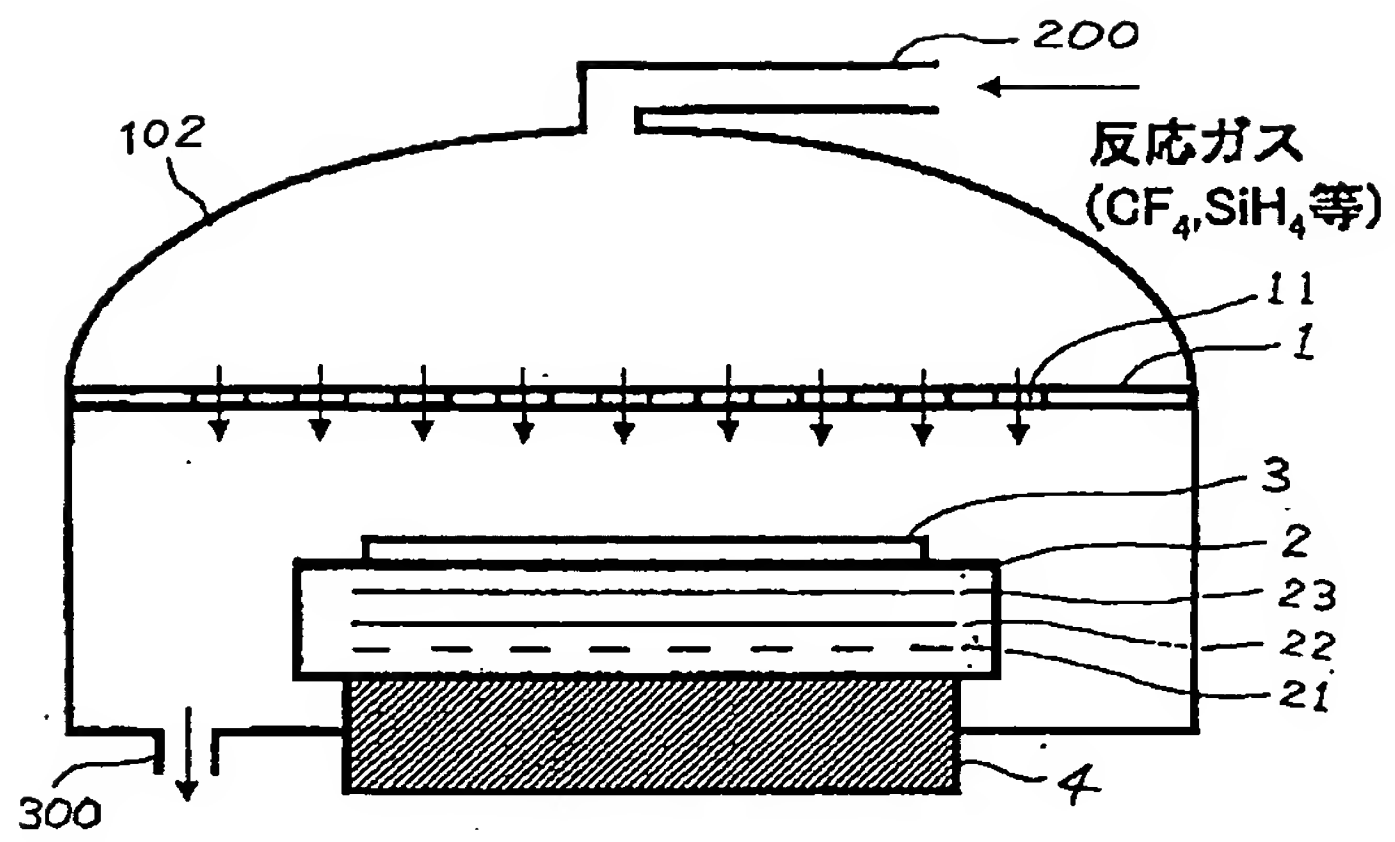
【図5】



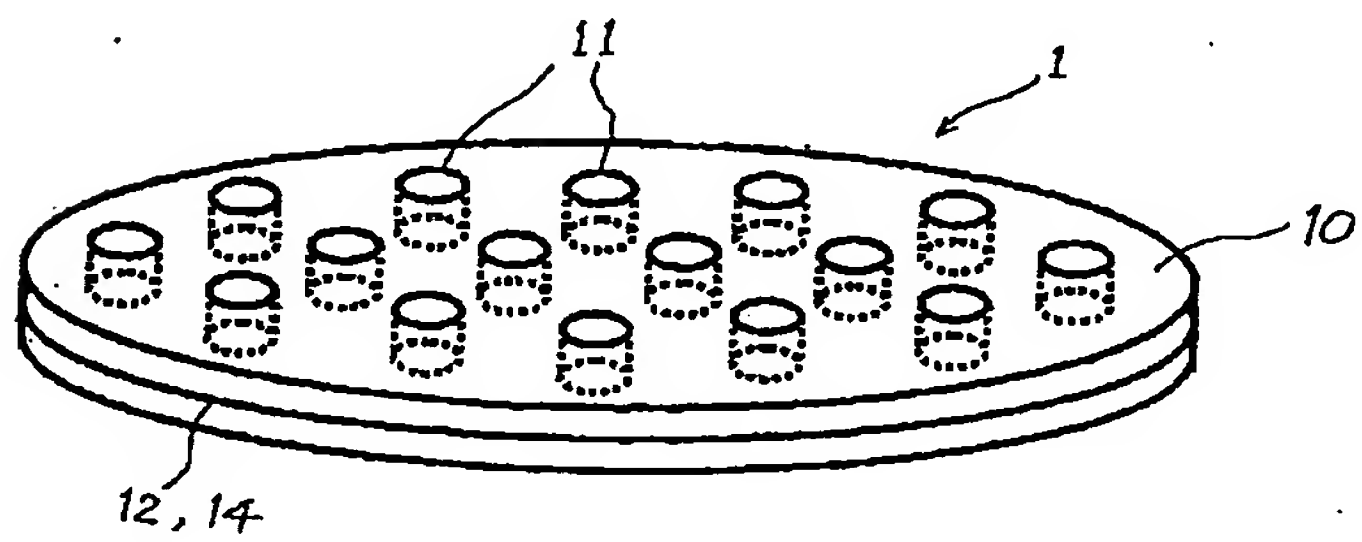
【図6】



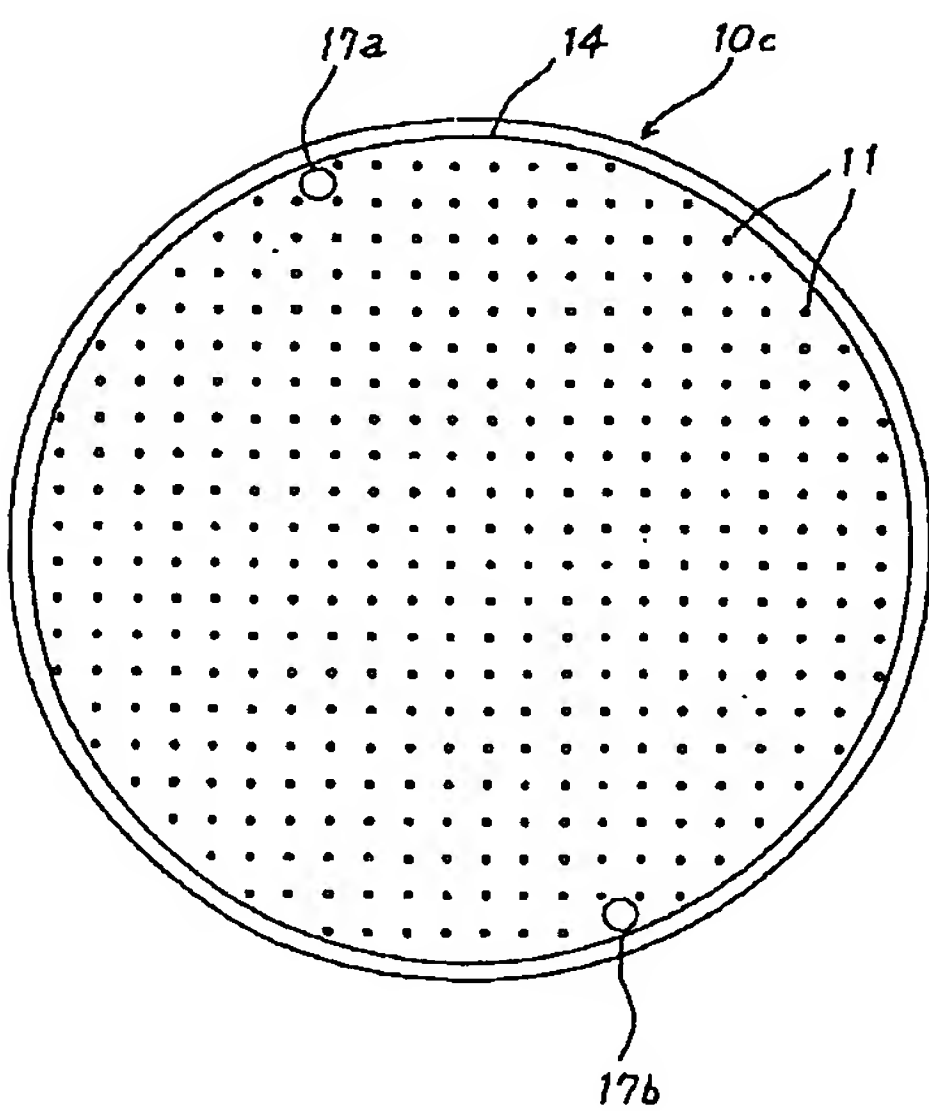
【図2】



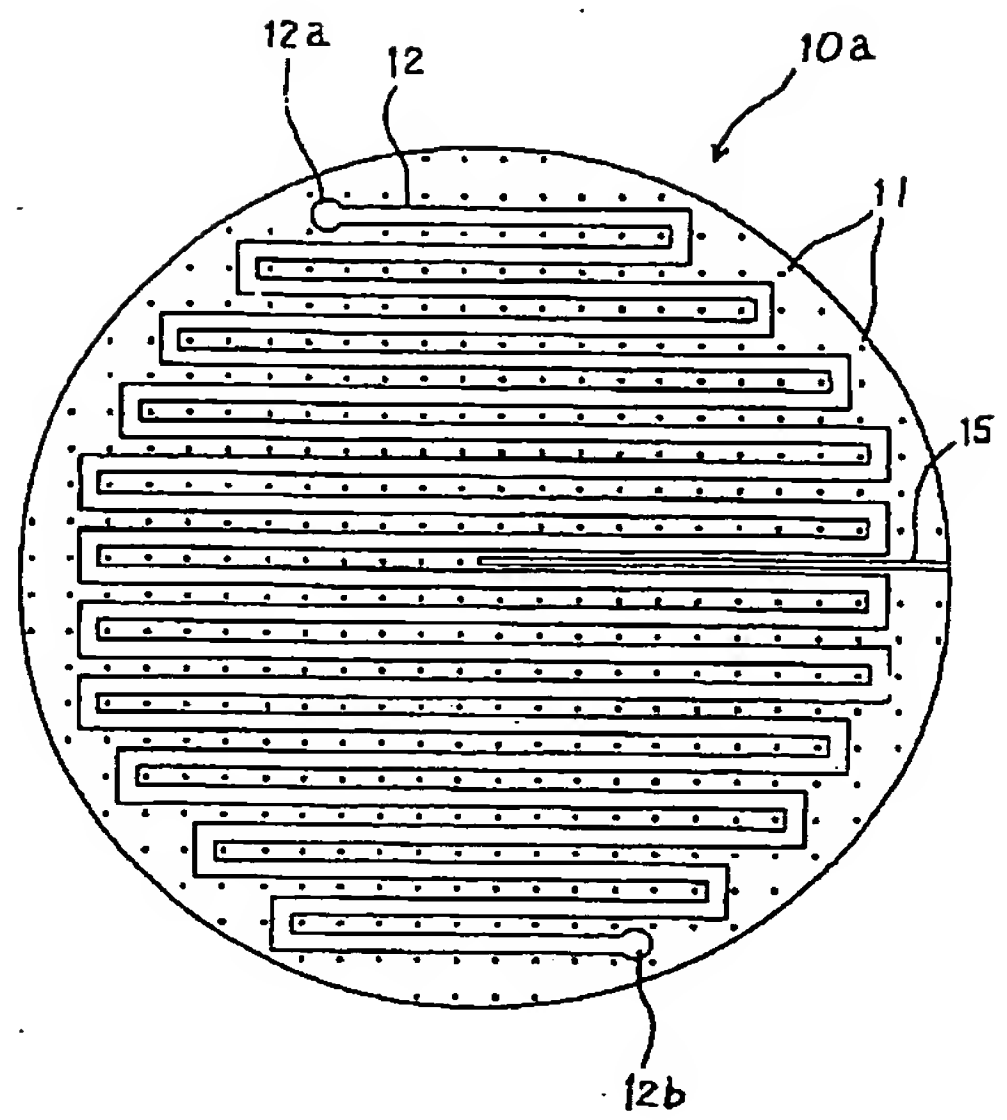
【図3】



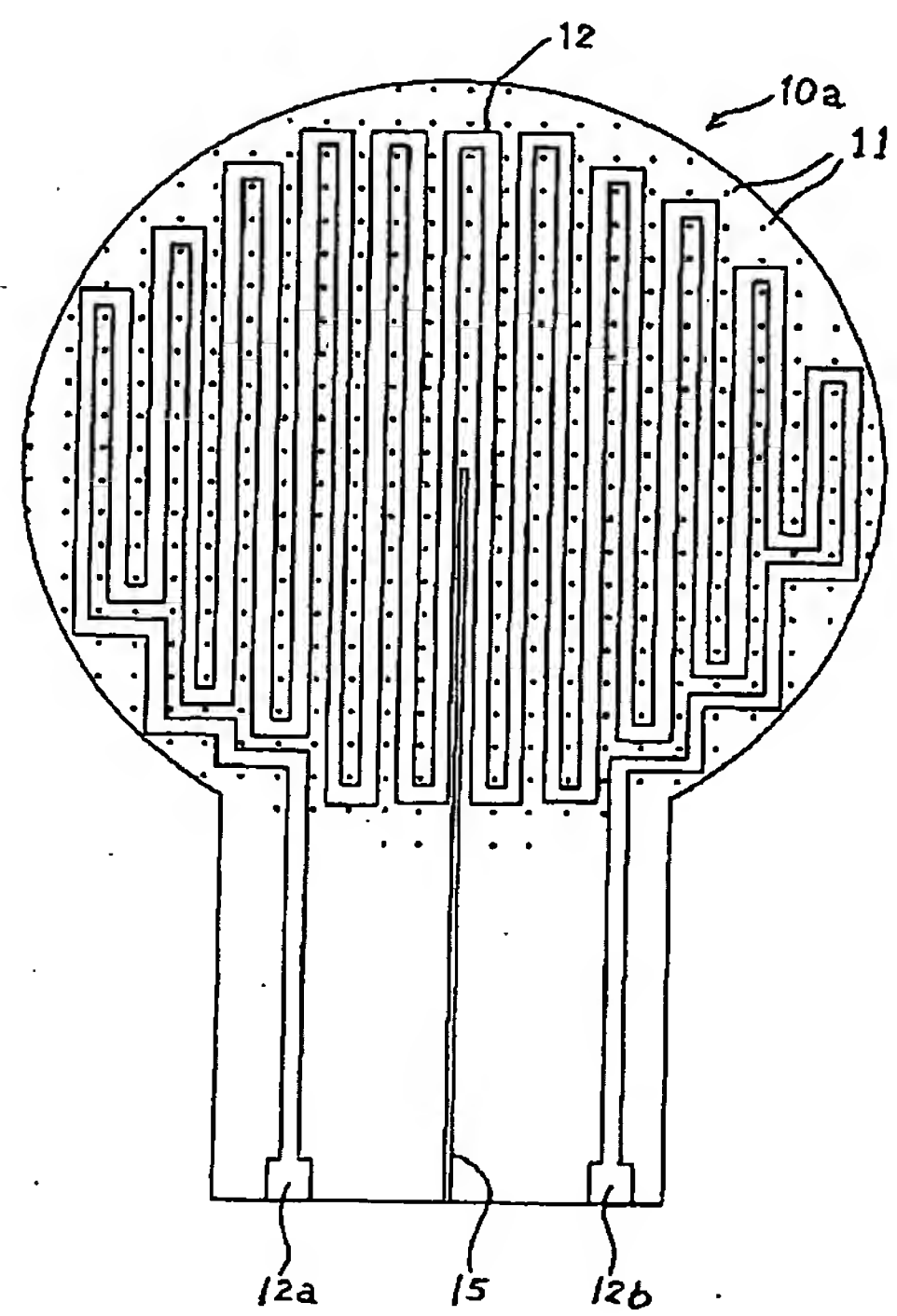
【図8】



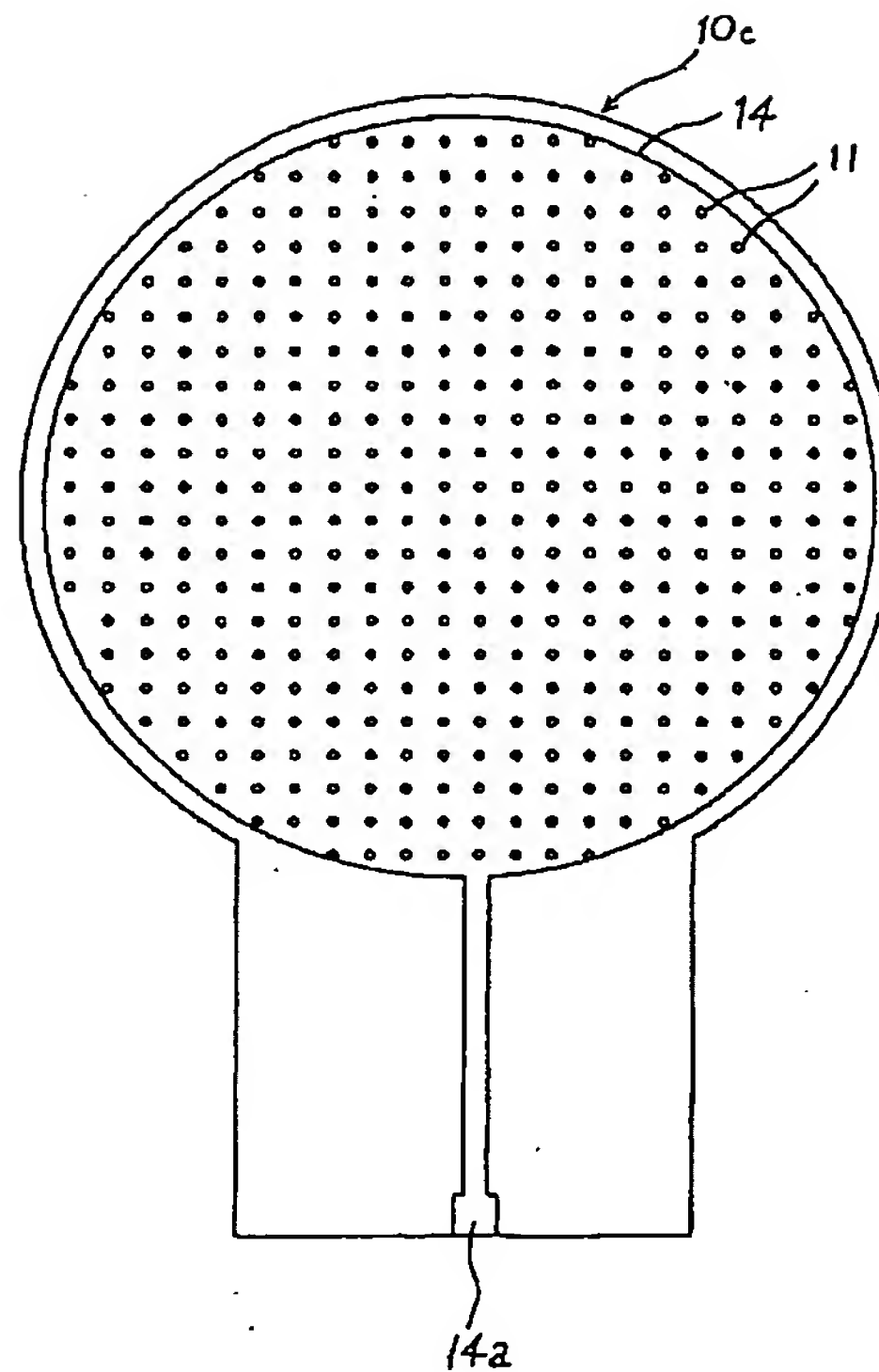
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

C 0 4 B 35/584
35/581
35/58

3 0 1

C 0 4 B 35/10
35/58

Z 5 F 0 4 5
1 0 2 Y
1 0 4 Y

F ターム(参考) 4G001 BA07 BA09 BA36 BB03 BB32
BB36 BB51 BC22 BC52 BC56
4G026 BA03 BA16 BA17 BA19 BB03
BB16 BB17 BB19 BF04 BG04
BG05 BH13
4G030 AA36 AA51 AA52 BA02
4M104 BB30 DD44 HH20
5F004 AA01 BA04 BB13 BB18 BC03
5F045 BB02 BB08 BB10 BB15 DP03
EE07 EF05 EF11 EH05 EK21
EM05